

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

НАСТАВЛЕНИЯ ПО СБОРУ И ИЗУЧЕНИЮ ИСКОПАЕМЫХ  
ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ

X

Е. А. ИВАНОВА, Т. Г. САРЫЧЕВА

**НАСТАВЛЕНИЕ  
ПО СБОРУ И ИЗУЧЕНИЮ  
БРАХИОПОД**



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА 1963

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

НАСТАВЛЕНИЯ ПО СБОРУ И ИЗУЧЕНИЮ ИСКОПАЕМЫХ  
ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ

Х

Е. А. ИВАНОВА, Т. Г. САРЫЧЕВА

НАСТАВЛЕНИЕ  
ПО СБОРУ И ИЗУЧЕНИЮ  
БРАХИОПОД

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА 1983

Ответственный редактор  
*Т. Г. САРЫЧЕВА*

## ВВЕДЕНИЕ

Остатки вымерших организмов, заключенные в отложениях различных геологических периодов, представляют реальные документы, по которым можно судить не только о процессе развития жизни на Земле, но и о последовательности отложения осадочных толщ земной коры, их стратиграфии и геохронологии. Изучение этих остатков важно также при выяснении условий образования осадков и для решения задач палеогеографии, тем более, что остатки организмов нередко являются сами порообразователями. Поэтому от умения найти, правильно собрать и изучить эти палеонтологические документы в значительной степени зависит достоверность выводов по всем перечисленным вопросам биологии и геологии.

Настоящее наставление рассчитано на начинающих палеонтологов, геологов, стратиграфов и студентов соответствующих специальностей, уже овладевших основными знаниями по палеонтологии. Оно имеет целью ознакомить читателя с практическими приемами и методикой сбора и изучения брахиопод, а не служит их определителем.

Остатки брахиопод встречаются в отложениях всех геологических периодов, начиная с кембрийского. В течение палеозоя эти животные были широко распространены во многих фациях и часто составляли основную часть донной фауны морских бассейнов; только начиная с мезозоя число их постепенно сокращается. Такая длительность существования и разнообразие брахиопод обуславливают их ценность для познания закономерностей развития жизни на Земле, для выяснения общих законов развития, а тем самым и для определения геологического возраста вмещающих их отложений, для их синхронизации и сопоставления. Поэтому неудивительно, что многие стратиграфические подразделение, особенно палеозоя, основаны особенностями распространения именно брахиопод.

Способность брахиопод приспосабливаться к существованию в разных фациальных условиях обусловила разнообразие морфологии их раковин. Поэтому морфофункциональное изучение

особенностей их строения вместе с экологическими наблюдениями и определением условий залегания остатков брахиопод позволяют судить о характере среды их обитания и обстановке осадконакопления в соответствующих древних морях.

Для решения всех этих вопросов на основании палеонтологического метода нельзя ограничиваться предварительными определениями палеонтологических остатков — необходимо точное определение в соответствии с современной систематикой. А для этого нужны правильные сборы материала и изучение не только внешних, но и внутренних особенностей ископаемых.

Но как бы ни были различны задачи изучения брахиопод, техника сбора материала в отдельных местонахождениях, подготовка его к изучению и методика его технической обработки остаются одними и теми же, так как при всех конечных результатах основой и первым шагом работы является выявление морфологии раковины. Без точного определения систематической принадлежности брахиопод и установления их геологического возраста нельзя делать никаких дальнейших выводов.

Методика поисков, сборов и первичной обработки брахиопод в основе мало чем отличается от способов сбора и обработки ископаемых остатков других организмов, по которым уже имеются наставления, изданные Палеонтологическим институтом АН СССР, а также освещенные в ряде общих методических руководств. Однако в проведении сбора и обработки брахиопод имеются все же некоторые специфические особенности, на которые мы и обращаем внимание читателей.

## МОРФОЛОГИЯ РАКОВИНЫ

Брахиоподы — одиночные морские животные, с телом, покрытым двустворчатой раковиной. В ископаемом состоянии сохраняется только раковина, на внешней стороне которой наблюдается скульптура, на внутренней — бывают видны следы прикрепления внутренних органов животного и их опорные скелетные образования. Поэтому здесь мы остановимся в основном на рассмотрении особенностей строения раковины, отсылая читателя к учебникам и справочникам для более полного знакомства с морфологией и функциями органов мягкого тела животного (учебник «Палеонтология беспозвоночных», 1962; «Основы палеонтологии», 1960).

**Форма.** Раковина брахиопод состоит из двух неодинаковых по форме и размеру створок — брюшной (или педальной) и спинной (или брахиальной) (рис. 1). Нередко они несут также разную скульптуру поверхности и всегда имеют разное внутреннее строение (см. ниже). Поэтому каждому, кто приступает к сбору и изучению брахиопод, очень важно научиться хорошо отличать брюшную створку от спинной. У большинства брахиопод брюшная створка крупнее, выпуклее и массивнее спинной и поэтому чаще сохраняется в ископаемом состоянии.

Плоскость симметрии сечет раковину вдоль, посередине створок, каждая из которых, как правило, имеет симметричную форму, в отличие от двустворчатой же раковины многих моллюсков, где эта плоскость проходит между створками, имеющими одинаковые очертания. Так как начинающий палеонтолог нередко в поле встречается с трудностью отличить брахиоподу от двустворки (пелециподы), приводим схему расположения у них плоскости симметрии (рис. 2). Строение мягкого тела у двустворчатых моллюсков и брахиопод совершенно различно. В частности, брахиоподы резко отличаются наличием особого мясистого органа — спиральных рук, или лофофора, служащего для улавливания пищевых частиц и часто имеющего известковый скелет (см. ниже), сохраняющийся в ископаемом состоянии.

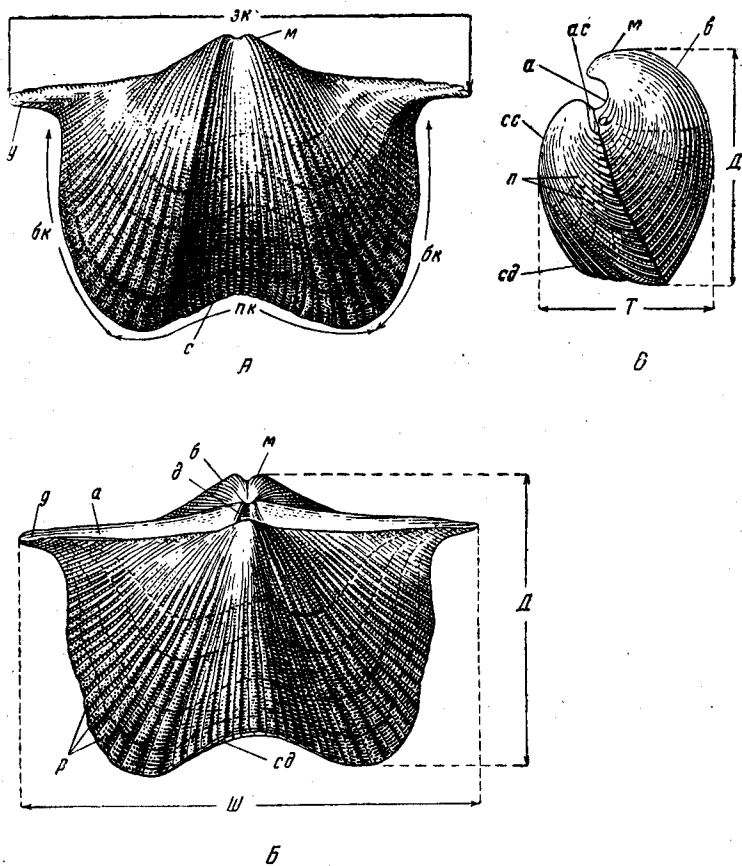


Рис. 1. Раковина брахиоподы *Cyrtospirifer disjunctus* (Sow.) и ее элементы

А — вид с брюшной створки (б); Б — вид со спинной (сс); В — вид сбоку; Д — длина раковины; Т — толщина; Ш — ширина; а — арка брюшной створки; ас — арка спинной; бк — боковой край; д — дельтирий; зк — замочный или задний край; л — линии нарастания; м — макушка; пк — передний или лобный край; р — ребра; с — синус; сд — седло; у — ушко

Размер раковины взрослых брахиопод колеблется в широких пределах: от немногих миллиметров до 40 см (*Gigantoproductus*), но наиболее распространены брахиоподы размером 3—8 см.

Форма раковины брахиопод очень разнообразна. В зависимости от формы и соотношения створок различают раковины (первое слово относится к спинной створке, второе — к брюшной): двояковыпуклые, плоско-выпуклые, выпукло-плоские, вогнуто-выпуклые и обратно-изогнутые (рис. 3). У последних

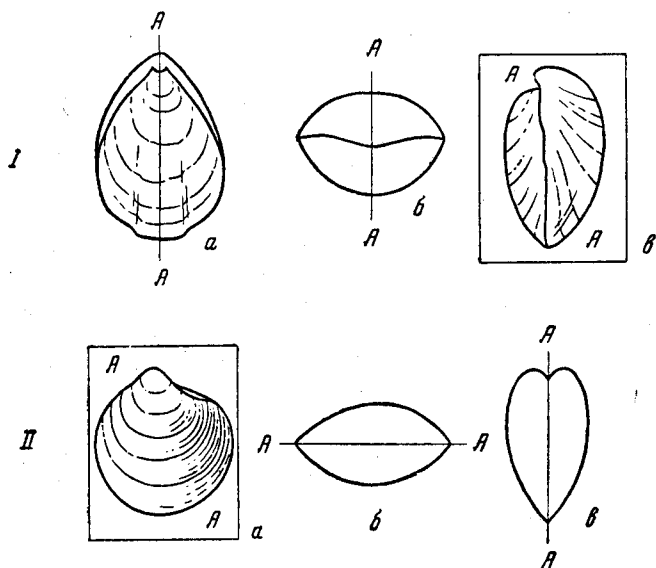


Рис. 2. Расположение плоскости симметрии А—А у брахиопод (I) и пелеципод (II)  
 а — вид сверху; б — вид с лобного края (брахиопода) и с брюшного (пелеципода);  
 в — вид сбоку

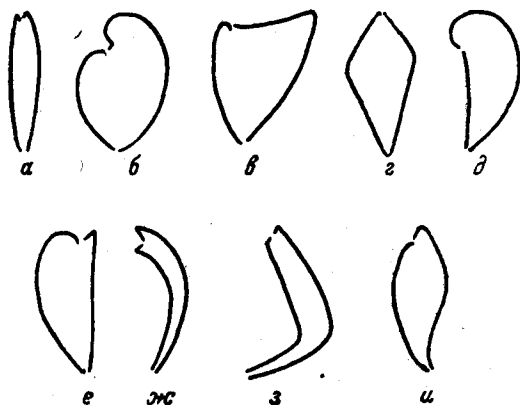


Рис. 3. Различная форма раковины брахиопод, вид сбоку; брюшная створка справа

а—г — двояковыпуклая; д — плоско-выпуклая; е — выпукло-плоская;  
 ж, з — вогнуто-выпуклая (з — коленчатая); и — обратно-изогнутая



первоначальный изгиб меняется в процессе роста на обратный: например, если брюшная створка в молодых стадиях была выпуклой, то во взрослой становится вогнутой (рис. 3и). Иногда одна или обе створки имеют коленчатую форму (рис. 3з). У животных, прирастающих раковиной к субстрату, последняя может приобретать неправильное очертание, иметь форму кубка, совка и пр. (рис. 4).

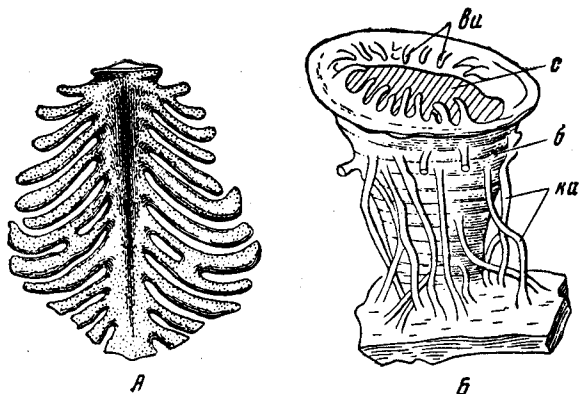


Рис. 4. Неправильная форма раковины прирастающих брахиопод

А — спинная створка *Oldamina decipiens* (Kon.); Б — бокаловидная раковина *Prorichthofenia permiana* (Shum.); б — брюшная створка; ви — внутренние иглы; ки — наружные корневидные иглы; с — спинная створка (в виде крышечки внутри брюшной)

Периферические части створок называются их краями; различают задний, или замочный край, передний, или лобный край, и соединяющие их боковые края (см. рис. 1). У некоторых брахиопод (продуктиды) лобные части обеих створок бывают вытянуты в длинный шлейф, часто неправильной формы, в котором створки расположены параллельно одна другой.

Для характеристики формы раковины в цифровом выражении на раковине измеряют: длину — расстояние между замочным и лобным краями (рис. 1Д); ширину — расстояние между боковыми краями (рис. 1Ш); толщину (рис. 1Т) — наибольшее расстояние между брюшной и спинной створками (не путать с толщиной отдельных створок!); выпуклость или вогнутость каждой створки — расстояние между плоскостью, разделяющей створки, и наиболее выпуклой (или вогнутой) частью створки; макушечный угол — угол, образованный сходящимися в носике створки боковыми склонами.

Общее очертание раковины бывает наиболее часто округлым, овальным (вытянутым в поперечном или продольном направлениях), округленно-треугольным или четырехугольным, реже иным или неправильным. На очертание раковины очень сильно влияет вытянутость замочного края. Если он прямой и сильно вытянут, то боковые концы створок могут образовать ушки разного размера и формы (рис. 1у).

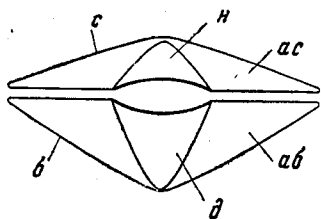


Рис. 5. Схематичный вид замочного края раковины брахиоподы с двумя арями на створках

аб — арья брюшная; ас — арья спинная;  
б — брюшная створка; д — дельтирий, закрытый хилидием; н — нототирий, закрытый хилидием; с — спинная створка

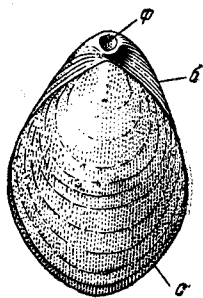


Рис. 6. Расположение форамена у *Dielasma*

б — брюшная створка;  
с — спинная створка; ф — форамен

Очень часто раковина вдоль замочного края брюшной, реже спинной створки несет плоскую площадку вытянутого или треугольного очертания — арю (брюшную, спинную), прорезанную у макушки брюшной створки треугольным отверстием для выхода ножки — дельтирием. Последний часто бывает закрыт полностью или частично выпуклым дельтидием (рис. 5д) или двумя дельтидиальными пластинами. В спинной арее также существует отверстие, аналогичное дельтирию — нототирий, который может быть закрыт более или менее полно выпуклой пластинкой — хилидием (рис. 5н). У некоторых брахиопод ножка выходит через небольшое круглое или овальное отверстие — форамен (рис. 6), расположенное непосредственно в макушке брюшной створки или в пластине дельтидия. У примитивных брахиопод (беззамковые) ножка выходит обычно в щель между створками, которые не имеют плотного сочленения даже по заднему (замочному) краю. Характер отверстия для выхода ножки, а также наличие или отсутствие арее имеют большое значение в систематике брахио-

под, поэтому палеонтологу всегда надо внимательно изучать область замочного края раковины.

Часто вдоль середины брюшной створки проходит углубление — синус, а на спинной соответственно возвышение — седло (рис. 1, с, сд), но иногда их расположение бывает обратным или синус наблюдается на обеих створках. Эти образования

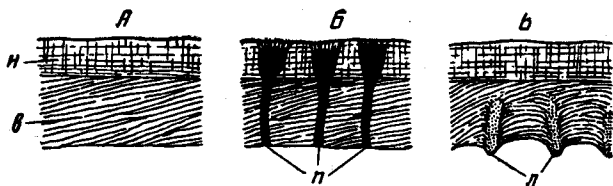


Рис. 7. Типы строения известковых раковин брахиопод

А — сплошное (волокнистое); Б — пористое; В — ложнопористое;  
в — внутренний слой; н — наружный слой; л — ложные поры;  
п — поры

могут быть приурочены только к части раковины, обычно к лобной, реже только к макушечной.

**Вещество раковины** может быть хитиново-фосфатным (обычно такие раковины темные, коричневатых оттенков, блестящие) или известковым. Первое характерно для беззамковых брахиопод (*Inarticulata*), второе — для замковых (*Articulata*). Среди известковых раковин различают три типа строения раковинного вещества — сплошное, или волокнистое (пентамэриды, частично спирифериды, атрипиды), пористое (теребратулиды, частично ортиды и др.) и ложнопористое (строфомениды, продуктиды) (рис. 7). У раковин первого типа поверхность гладкая; у вторых — на неповрежденной поверхности видны в лупу поры в виде точек, размер и густота расположения которых у разных форм различны и характерны. Ложнопористое строение, свойственное только раковинам строфоменид и продуктид, наблюдается обычно не на поверхности раковины, а на ее более внутренних слоях в виде негусто рассеянных мелких бугорков или при выветривании — ямочек (не смешивать с пористостью на поверхности раковины!).

**Скульптура.** Поверхность раковины брахиопод редко бывает гладкой; обычно на ней развита в разной степени разнообразная скульптура. Различают макро- и микроскульптуру. К макроскульптуре относятся: 1) концентрические элементы скульптуры: линии и пластины нарастания, полосы и ленты, несущие иногда еще дополнительные скульптурные образования (например иглы), поперечные морщины, пересекающие всю раковину или преимущественно ее ушки и боковые склоны (рис. 8); 2) радиальная макроскульптура обнимает

различные по ширине и высоте продольные складки (табл. IV, фиг. 4—6), ребра (рис. 1р), струйки (рис. 8Б). Для цифрового выражения характера макроскульптуры подсчитывается число складок, морщин, ребер и прочего на всей брюшной (спинной) створке по лобному краю, или только в синусе (седле), или на

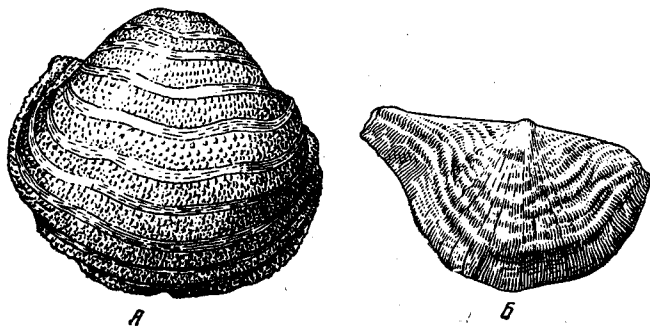


Рис. 8. Некоторые типы концентрической скульптуры  
 А — *Echinoconchus punctatus* (Sow.) концентрические полосы с многочисленными тонкими иглами, брюшная створка; Б — *Leptaena rugosa* (Hising.) морщины на задней части радиально-ребристой раковины, брюшная створка

боках, или на отрезке в 5—10 мм поверхности раковины на определенном расстоянии от замочного края (в 5, 10, 20 мм и т. д. от носика). Подсчеты в разных местах створки нужны,

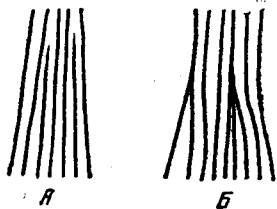


Рис. 9. Схема появления новых ребер  
 А — вклинивание; Б — разветвление



Рис. 10. Иглы и бугорки (основания обломанных игл) на брюшной створке продуктид, *Productella subaculeata* (Murch.)

чтобы судить о расширении ребер по мере роста раковины. Учитывается также место появления радиальной или концентрической скульптуры (на макушке, на середине раковины, у ее лобного края), а также способ появления новых ребер или морщин (вклинивание, разветвление, рис. 9).

У некоторых брахиопод (продуктиды и др.) на раковине развиваются разнообразныe иглы, бугорки и прочие выросты, которые в зависимости от их размера относятся к макро- или микроскульптуре (рис. 10). Они могут иметь самое различное расположение, часто характерное для разных систематических групп, и сочетаются в сложных комбинациях со всеми типами концентрической и радиальной скульптуры. Разнообразные бугорки и сосочки часто покрывают также створки раковин с

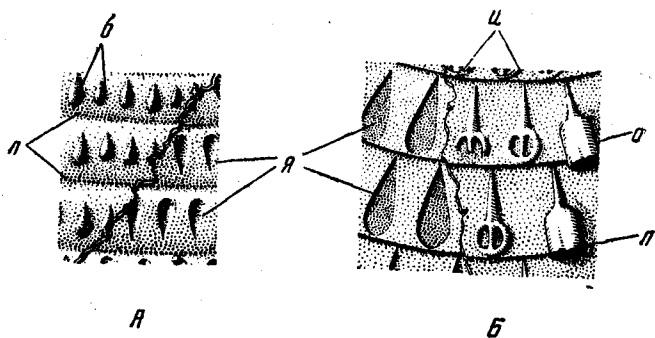


Рис. 11. Некоторые виды микроскульптуры раковин отряда Spiriferida (увеличено)

А — *Crurithyris urei* (Fleming); Б — *Torynifer pseudolineatus* (Hall); б — бугорки на поверхности и соответствующие им ямки (я) на более глубоком слое; и — следы прикрепления двуствольных игл на поверхности раковины и соответствующие им ямки (я) на более глубоком слое; л — линии нарастания; о — основание двуствольной иглы

внутренней стороны, где в негативном виде могут отражаться и все достаточно рельефные элементы наружной скульптуры. Поэтому при изучении скульптуры раковины нужно быть очень внимательным, чтобы не принять эту внутреннюю скульптуру створок за наружную.

Микроскульптура обычно отчетливо наблюдается только на участках поверхности раковин с полно сохранившимися верхними слоями или на их тонких отпечатках в породе. Как и макроскульптура она может быть выражена радиальными штрихами, концентрическими линиями и чешуйками, различно расположенными ворсинками, бугорками, иглочками и т. д. (рис. 11 и табл. IV, фиг. 1, 2). При изучении микроскульптуры надо иметь в виду, что разные слои раковины (на разной глубине от поверхности) могут отражать ее по-разному. Поэтому для ее правильного понимания особенно важно убедиться, что наблюдаемая раковина обладает полной сохранностью поверхности.

**Внутреннее строение.** Обе створки раковины несут на своих внутренних поверхностях различные образования, связанные с особенностями строения внутренних органов животного. Среди них особенно важны: 1) образования, связанные с укреплением

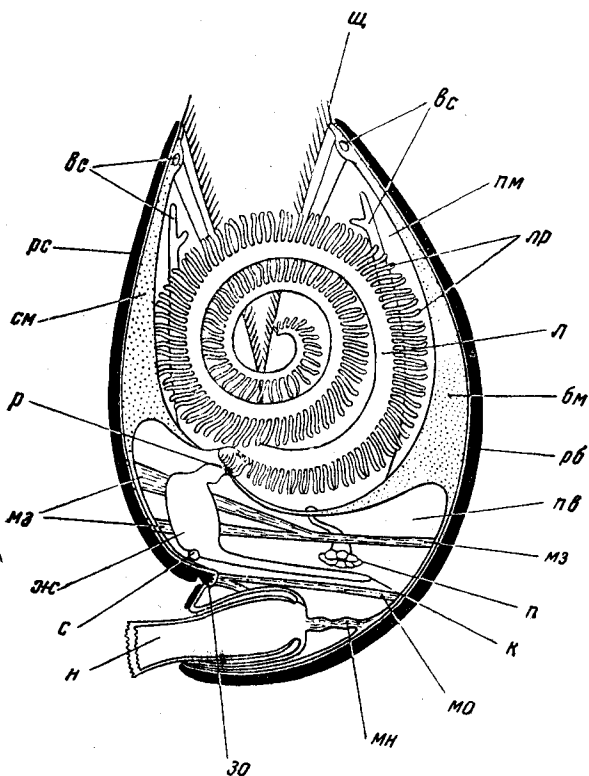


Рис. 12. Схема внутреннего строения брахиоподы в разрезе

бм — брюшная лопасть мантии; вс — сосуды; ж — желудок; зо — замочный отросток, место прикрепления мускулов-открывателей на спинной створке; к — кишка; л — лофофор; лр — реснички лофофора; мз — мускулы-закрыватели; мн — ножной мускул; мо — мускул-открыватель; н — ножка; п — почка; пв — раковина, брюшная створка; пм — мантийная полость; р — ротовое отверстие; рб — раковина, спинная створка; рс — раковина, спинная створка; с — «сердце», пульсирующий пузырек; см — спинная лопасть мантии; щ — щетинки по краю мантии

замка в месте сочленения створок, а также с прикреплением мускулов, открывающих и закрывающих раковину. Они имеются в обеих створках, но преимущественно развиты в брюшной; 2) образования, служащие для прикрепления и поддержки лофофора, приуроченные всегда к спинной створке.

Меньшее значение имеют отпечатки прикрепления генитальных образований (несущих половые продукты) и различные васкулярные (мантийные) отпечатки. Последние важны преимущественно для систематики беззамковых брахиопод и только некоторых групп замковых (например ортид).

На рис. 12 приводится схема внутреннего строения брахиопод, на которой видно расположение и соотношение основных органов тела животного. Раковина внутри выстилается мантией, наружный слой которой выделяет раковинное вещество. Полость раковины разделена на две неодинаковые части. Передняя, большая часть — мантийная полость — занята лофофором. Это обычно парные мясистые выросты различной, нередко сложной формы, которые несут по краям подвижные реснички и служат для улавливания пищевых частиц и транспортировки их по срединному желобку к ротовому отверстию. У многих брахиопод лофофор поддерживается известковым скелетом. Меньшая часть полости раковины — висцеральная — примыкает к области сочленения створок. Она включает все остальные органы животного, а также мускулатуру для открывания-закрывания створок и сокращения ножки, служащей для прикрепления животного к субстрату.

**Брюшная створка.** Замковые брахиоподы для сочленения створок обычно несут по краям дельтирия короткие булавовидные дубы (табл. II, фиг. 1б; табл. IV, фиг. 3з), входящие в соответствующие зубные ямки спинной створки. С внутренней стороны зубы могут быть укреплены утолщением краев дельтирия в виде килей или более или менее длинных зубных пластин (табл. II, фиг. 1б). У некоторых спириферид эти пластины соединяются поперечной пластиной, параллельной плоскости дельтидия — дельтириальной пластиной. Зубные пластины могут соединяться одна с другой непосредственно, образуя ложкообразный спондилей (табл. IV, фиг. 3сп). У некоторых брахиопод имеется продольная срединная септа (табл. IV, фиг. 3с) или валик. Их функции, по-видимому, могли быть различными, но это не всегда ясно. Так, валик может разделять мускульное поле, септа — поддерживать спондилей и т. д.

Степень развития зубных пластин и септы, их соотношения между собой и с другими элементами внутреннего строения брюшной створки очень разнообразны и имеют существенное значение для систематики крупных категорий (рода и выше) многих отрядов брахиопод (пентамериды, ринхонеллиды, спирифериды и др.).

В макушечной части брюшной створки замковых брахиопод располагаются также следы прикрепления мускулов, открывателей и закрывателей раковины. Обычно они приурочены к срединной ее области, образуя мускульное поле.



(табл. II, фиг. 1б, мп), в котором следы закрывателей находятся в центре, а открывателей — по краям. Они могут быть гладкими или нести орнамент — радиальный (открыватели) или ветвистый (закрыватели); быть выпуклыми или наоборот — вдавленными в массивную стенку створки. В брюшной же створке располагаются и следы прикрепления мускулов, двигающих ножку. Как правило, чем массивнее створки раковины, тем сильнее развита мускулатура, предназначенная для их открывания и закрывания, тем рельефнее отпечатки ее прикрепления. Если в раковине имеется спондилей, то мускулы прикрепляются к его внутренней поверхности.

У беззамковых брахиопод, у которых смыкание створок обеспечивается только мускулатурой, число мускулов больше и место прикрепления их занимает большую площадь створки, чем у замковых. Нередко здесь они располагаются на особой возвышенной платформе. Поэтому характер и расположение мускульных отпечатков имеют большое значение в систематике этой группы.

На более периферических частях раковины некоторых брахиопод наблюдаются разнообразные отпечатки сосудов мантии, называемые васкулярными или мантийными (например у ортид, атрипид и др., рис. 12,вс).

Спинная створка. Основными элементами внутреннего строения спинной створки являются различные брахиальные образования, отражающие строение или место прикрепления лофофора, или рук, — этого наиболее характерного органа всех представителей типа брахиопод. Исключение составляют беззамковые, у которых лофофор не имеет твердых поддержек и не оставляет каких-либо отпечатков на створке.

По характеру брахиальных образований различаются три группы замковых брахиопод: 1) лофофор не имел ни известкового скелета, ни каких-либо поддержек; он прикреплялся непосредственно своим основанием к внутренней поверхности спинной створки, оставляя на ней то более, то менее отчетливые следы прикрепления в виде брахиальных отпечатков разной формы (например, продуктиды) (рис. 13А); 2) лофофор опирался только на небольшие известковые поддержки — брахиофоры или брахиофорные пластины. Это короткие выступы на внутреннем крае зубных ямок, направленные несколько наклонно вперед и заходящие немного в основание мягкого тела лофофора (например, ортиды) (рис. 13Б). 3) Известковые поддержки лофофора сильно развиты. У одних они образуют крючкообразные отростки у его основания — круры (например, ринхонеллиды); у других они проходят длинными тонкими известковыми лентами через весь лофофор, образуя брахиальный, или ручной аппарат сложной формы. Различают два основных типа ручного аппарата: в виде петли



(рис. 13В) разной сложности (теребратулиды) или в виде двух конусовидных спиралей (рис. 13Г), направленных вершинами в боковые стороны (например, спирифериды) или к середине спинной створки (атрипиды). Число оборотов в спиралях у разных групп различно.

Все морфологические структуры, связанные так или иначе с формой и прикреплением лофофора, имеют очень большое значение для выделения крупных систематических категорий

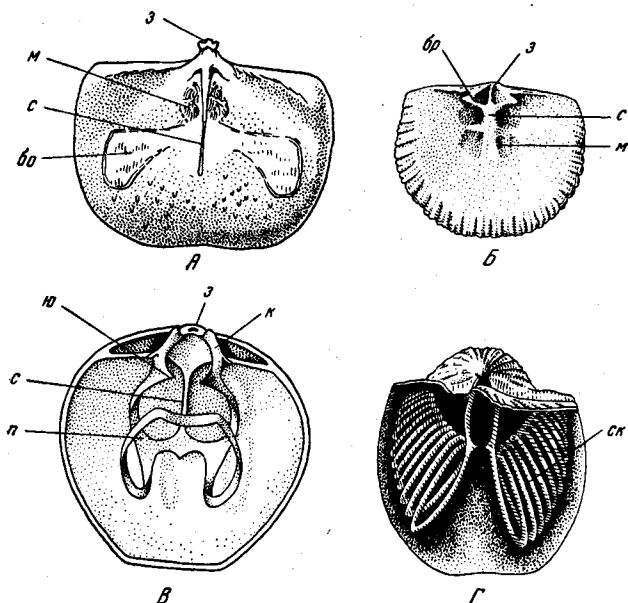


Рис. 13. Следы прикрепления лофофора и брахиальный аппарат у замковых брахнопод

А — продуктыды *Plicatifera intermedia* (Abich), брахиальные отпечатки (бо); Б — ортиды *Orthis*, брахиофоры (бр); В — теребратулиды (*Magellania*), сложная петля (п); Г — спирифериды (*Choristites*) спиральные конусы (ск), направленные вершинами в стороны; з — замочный отросток; к — круры; м — следы прикрепления мускулов; с — септа

(рода и выше). Будучи в большинстве случаев известковыми образованиями, значительно возвышающимися над внутренней поверхностью створки, так же как и внутренние морфологические структуры брюшной створки, они легко поддаются изучению путем проведения серии поперечных разрезов раковины (см. ниже).

Как и в брюшной створке, в спинной имеются образования, укрепляющие замковое сочленение створок. Форма всех этих

образований может быть различной и осложненной. У многих брахиопод (ринхонеллиды, теребратулиды и др.) здесь имеется замочная пластина — простая, разобшенная или прободенная отверстием (рис. 14). При разрастании ее краев наблюдается желобообразная полость — септалий (ринхонеллиды), напоминающий по форме спондилей брюшной створки. Замочная пластина и септалий могли служить для прикрепления мускулов; обычно их изучают на поперечных разрезах, как и брахиальный аппарат.

В спинной створке замковых брахиопод обычно присутствует также срединная септа (реже несколько продольных септ), которая может принимать участие в строении септалия, поддерживать замочную пластину или петлю ручного аппарата.

Как и брюшная створка, спинная несет отпечатки прикрепления мускулов, но в отличие от брюшной, здесь в мускульном поле обычно располагаются следы только закрывателей (рис. 13 м), тогда как открыватели были прикреплены к специальному кардинальному, или замочному отростку (рис. 13, з). Этот отросток располагается в центре замочного края и имеет в зависимости от группы брахиопод разную степень развития и форму. Наиболее сильно он развит обычно у строфоменид и продуктид, у которых он может иметь сложное строение и выступает нередко за замочную линию, входя в сильно выпуклую макушку брюшной створки.

Генитальные и васкулярные отпечатки присутствуют на внутренней поверхности спинной створки так же, как и на брюшной.

Рассмотренные элементы внешнего и внутреннего строения раковины брахиопод далеко не исчерпывают всего разнообразия их морфологических особенностей. Здесь были упомянуты только наиболее распространенные признаки, свойственные большинству брахиопод. С чертами более специализированными, характерными только для отдельных отрядов, можно поз-

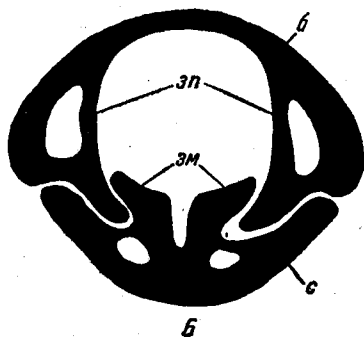
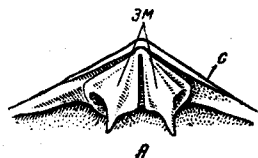


Рис. 14. Замочная пластина, разобшенная

А — общий вид у *Hyattidina congesta* (Cong.); Б — поперечный разрез раковины *Hindella calva* Nikif.  
б — брюшная створка; зм — замочная пластина; зп — зубные пластинки; с — спинная створка

накомиться по учебникам палеонтологии и справочнику «Основы палеонтологии» или по специальной литературе.

**Возрастные изменения.** Все сказанное выше характеризует взрослые формы раковин. Однако надо иметь в виду, что по мере роста как сама раковина, так и ее внутренние структуры претерпевают существенные изменения. Наблюдения эмбрионального развития брахиопод, их личиночной стадии и начальных этапов образования раковины возможны только на современном живом материале. В ископаемом состоянии младенческие раковины наблюдаются исключительно редко, и для их изучения нужны специальные поиски и сборы особо хорошо сохранившихся экземпляров, залегающих в мягкой породе, допускающей их тонкую препаровку. Юные, взрослые и старческие стадии развития раковин обычно имеются во всех достаточно полных сборах брахиопод. Раковины каждой из этих стадий роста имеют свои характерные морфологические особенности, которые следует учитывать при определении видов, чтобы не принять возрастные изменения раковин за признаки, имеющие систематическое значение.

Как правило, по мере роста раковины, который прослеживается отчетливо по линиям нарастания, ее створки не только увеличиваются в размере, но одновременно становятся более массивными, особенно в макушечной части, а также несколько меняют форму и очертание. Обычно увеличивается выпуклость створок, макушки которых при этом перемещаются навстречу одна другой, иногда до полного смыкания. Нарастание раковины часто происходит преимущественно по лобному краю, что приводит к увеличению ее относительной длины, т. е. юные раковины более вытянуты в ширину, чем взрослые и тем более старческие. Часто только с возрастом на раковине появляются (или наоборот исчезают) синус и седло, а также и другие складки (табл. IV, фиг. 4—8).

По мере роста раковины изменяется отверстие для выхода ножки. Если на начальных стадиях развития раковины оно имеется у всех замковых брахиопод, то в дальнейшем оно может быть частично или полностью закрыто, ножка атрофируется и животное переходит тогда к свободно лежащему или прирастающему образу жизни.

Наружная скульптура часто развивается в полной мере только на взрослых стадиях — на юных она еще не проявляется, а на старческих может сделаться неправильной или совсем пропадает (иглы, ребристость и т. д.).

Возрастные изменения очень сильно отражаются на внутреннем строении раковины брахиопод. У юных, относительно тонких раковин многие рельефные элементы еще не образовались или видны очень слабо (мускульные и другие отпечатки, септы, разные пластины и пр.), зато у старческих форм они бы-

вают часто искажены из-за гипертрофированного развития рельефа внутренней поверхности очень массивных створок. Непрерывно отлагающиеся слои внутреннего раковинного вещества на старческих стадиях закрывают полностью или частично зубные пластины, брахиофоры, круры, сливают вместе некоторые образования, которые нормально являются разоб- щенными.

Наиболее сложные изменения претерпевает с возрастом брахиальный аппарат. В нем рост может сопровождаться частичной резорбцией и перестройкой более молодых морфологических структур, что хорошо изучено на онтогенетическом развитии раковины современных брахиопод. При этом надо всегда помнить, что признаки родового (реже и видового) порядка на юной возрастной стадии только закладываются, в полной мере они развиваются на взрослой стадии, которая бывает наиболее длительным периодом жизни животного, и не всегда видны отчетливо на старческой раковине.

Возрастные изменения раковины следует отличать от индивидуальной (внутривидовой) изменчивости, свойственной всем организмам. Эта изменчивость особенно широко распространена у прикрепленных и неспособных активно передвигаться форм, к которым и относятся брахиоподы. Все морфологические особенности раковины как внешние, так и внутренние в той или иной степени изменчивы на всех возрастных стадиях. Наиболее сильно уклоняющиеся формы иногда настолько отличаются одна от другой, что их можно было бы принять за отдельные виды, если бы они не были соединены рядом промежуточных форм и не встречались бы в одном месте.

Из сказанного видно, насколько важно для правильного определения и дальнейшего изучения брахиопод уметь распознавать возрастные отличия раковин и их индивидуальную изменчивость.

## ОСНОВЫ СИСТЕМАТИКИ

В настоящее время вопросы классификации брахиопод усиленно разрабатываются учеными всех стран. На смену старой системы определения родов и видов на основании различий во внешних признаках раковины приходит новая методика более точного исследования материала с учетом уже не только внешних, но и внутренних особенностей строения. Это позволяет более глубоко познать разнообразие форм брахиопод и, благодаря этому, полнее удовлетворять запросы практики по установлению геологического возраста отложений и разработке их детальной стратиграфии. Объясним это небольшим примером. В старой литературе часто встречаются родовые названия *Spirifer* или *Productus*. Новые исследования показали, что под каждым из этих названий объединены совершенно неродственные формы, входящие в состав нескольких семейств, обнимающих многочисленные вновь установленные и некоторые старые роды. Казалось бы, эти новые данные не имеют никакого практического значения и только затрудняют геологов запоминанием новых названий взамен старых, привычных со школьной скамьи. Однако, если при установлении возраста слоев, определяются по старинке *Spirifer* и *Productus*, то можно сказать только, что это палеозой. Более точно определяя теперь, например, род *Cyrtospirifer*, мы знаем, что это верхний девон или основание карбона даже в том случае, если не удается определить данную форму до вида. А найдя раковины *Gigantoproductus* (а не *Productus* по-старому), мы с полной уверенностью относим вмещающие их слои к верхам нижнего карбона.

Сказанным определяется необходимость тщательного и всестороннего изучения материала, начиная с его сборов в поле. Потребуется еще много усилий палеонтологов, чтобы пересмотреть по-новому систему всех групп брахиопод, чтобы она правильно отражала как морфологические особенности форм, так и их филогенетические связи и могла служить надежной опорой для решения многих геологических, палеогеографических и палеоэкологических вопросов.

В основу современной классификации кладется не один какой-либо признак, а их комплекс, охватывающий ряд внешних и внутренних морфологических особенностей животного. При этом в родственные систематические группы разных категорий объединяются формы не только по морфологическому сходству, но и с учетом направления их развития, что выражается последовательным рядом изменений морфологических структур.

## ТИП ВРАСНОРОДА. БРАХИПОДЫ

Тип брахиопод разделяется на два неодинаковых по объему класса — *Inarticulata* (беззамковые) и *Articulata* (замковые). Мы остановимся здесь на краткой характеристике преимущественно замковых брахиопод, которые достигли значительно большего разнообразия форм и были шире распространены, чем беззамковые, преобладавшие среди брахиопод только в кембрии.

### Класс *Inarticulata*. Беззамковые

Раковины хитиново-фосфатные, редко известковые (отряды *Rustellida*, частью *Kutorginida*). Замка нет, створки соединяются только мускулатурой. Следы лофофора на раковине отсутствуют. Нижний кембрий — ныне, но преимущественно кембрий и ордовик.

### Класс *Articulata*. Замковые

Раковина известковая, обычно с более крупной и выпуклой брюшной створкой. Имеется замок (зубы в брюшной и зубные ямки в спинной) для сочленения створок, развитый в разной степени и часто осложненный дополнительными образованиями, преимущественно в брюшной створке. Лофофор разной формы и сложности, обычно с известковыми скелетными образованиями, приуроченными к спинной створке. Нижний кембрий — ныне.

### Отряд *Orthida*. Ортиды

Раковины сплошные или пористые, радиально-ребристые, реже гладкие, обычно двояковыпуклые. Обе створки с арями (более высокой брюшной), с треугольными дельтирием и нотирием, иногда частично закрытыми. В брюшной створке зубы и укрепляющие их образования (зубные пластины, часто спондиллий). В спинной — зубные ямки и с внутренней их стороны короткие брахиофоры. Для систематики важны мускульные и васкулярные отпечатки. Нижний кембрий — пермь; расцвет в ордовике.

Внутреннее строение может изучаться поперечными разрезами, но лучше на отпрепарованных створках.

### Отряд Pentamerida. Пентамериды

Раковины всегда двояковыпуклые с коротким замочным краем, гладкие или радиально-ребристые, волокнистого строения. В брюшной створке сильные зубные пластины, сливающиеся в спондилей, опирающийся на срединную септу. Раковина легко раскалывается по септе. В спинной створке брахиофоры, примыкающие к ним брахиальные пластины сливаются с септальными пластинами, образуя брахиофорий. Кембрий — девон: расцвет в ордовике — силуре.

Внутреннее строение может изучаться продольными и поперечными разрезами.

### Отряд Strophomenida. Строфомениды

Раковины ложнопористые, часто вогнуто-выпуклые или плоско-выпуклые, реже двояковыпуклые, но обычно с вытянутым прямым замочным краем. Ареи на обеих створках с дельтидием и хилидием или только на одной брюшной. Характерна скульптура — радиальные ребрышки двух типов — основные выпуклые и между ними промежуточные более тонкие. В брюшной створке обычно зубы, зубные пластины, иногда спондилей, в спинной — зубные ямки, к которым примыкают круральные пластины. Замочный отросток простой или сложного строения. Ордовик — ? триас. В отдельные периоды господствовали разные надсемейства, последовательно сменявшиеся одно другим.

Внутреннее строение изучается на отпрепарованных створках, разрезы малоубедительны.

### Отряд Productida. Продуктиды

Раковины ложнопористые, вогнуто- или плоско-выпуклые, разнообразного очертания. Скульптура разнообразная — гладкая, радиальная, концентрическая, но постоянно присутствуют иглы, разные по размеру и по расположению. Ареи отсутствуют, реже имеются на брюшной или на обеих створках. Соответственно имеются или отсутствуют зубы и зубные ямки. При этом первые никогда не поддерживаются зубными пластинами, а к последним не примыкают какие-либо брахиальные поддержки — основание лофофора непосредственно прикреплялось к спинной створке, на которой наблюдаются то более, то менее отчетливые брахиальные отпечатки. Слабость замкового сочленения вызывает сильное развитие мускулатуры для сочленения створок — поэтому в брюшной створке располагаются сильные мускульные отпечатки, а в спинной кроме них — более или менее сильно и сложно развитый замочный отросток.

Силур — пермь; в силуре только подотряд *Chonetoides*, наибольший расцвет карбон — пермь.

Внутреннее строение, как правило, не поддается изучению методом разрезов, необходима препаровка.

#### Отряд *Rhynchonellida*. Ринхонеллиды

Раковины двояковыпуклые с небольшим изогнутым замочным краем. Обычно имеется форамен и хорошо развитые синус и седло. Поверхность радиально-ребристая, складчатая, реже гладкая. В брюшной створке обычно зубные пластины, иногда сливающиеся в спондилей; в спинной — замочная пластина, круры, септа, септальные пластины, иногда образующие септалей. Для систематики имеют значение васкулярные отпечатки.

Ордовик — ныне, распространены во всех периодах, но преобладают над другими брахиоподами преимущественно в мелководных фациях. Внутреннее строение может изучаться по последовательным поперечным разрезам.

#### Отряд *Atrypida*. Атрипиды

Раковины, округлые двояковыпуклые, причем спинная створка часто выпуклее брюшной. Замочный край небольшой, изогнутый; имеется форамен и дельтирий, закрытый дельтидиальными пластинами. Поверхность обычно радиально-ребристая, часто развиты концентрические пластины нарастания. В брюшной створке зубы и зубные пластины могут отсутствовать. В спинной — замочная пластина, брахиальный аппарат из конусовидных спиралей, обращенных обычно к центру спинной створки и соединенных у первых оборотов югумом.

Средний ордовик — нижний карбон; наибольший расцвет этой небольшой группы — в силуре и в первой половине девона.

Внутреннее строение может изучаться по поперечным разрезам.

#### Отряд *Spiriferida*. Спирифериды

Раковины сплошные или пористые; двояковыпуклые, причем брюшная створка обычно выпуклее спинной. Брюшная арка разной высоты с дельтирием и дельтидиальными пластинами, спинная всегда низкая с нототирием. Поверхность гладкая, радиально-ребристая или с концентрической скульптурой; часто имеется различная микроскульптура. В брюшной створке зубы, зубные пластины, септы развиты в разной степени, иногда редуцированы. Иногда имеется дельтириальная пластина. В спинной створке — замочный отросток, круральные пластины и брахиальный аппарат в виде двух конусовидных спиралей, обра-



ценных вершинами в стороны и к брюшной створке; югум простой или отсутствует.

Верхний ордовик — нижняя юра; время расцвета девон — пермь.

Внутреннее строение может изучаться по поперечным разрезам.

#### Отряд *Terebratulida*. Теребратулиды

Раковины двояковыпуклые, округлые, с небольшим изогнутым замочным краем, обычно пористые. Ареи отсутствуют. Дельтирий закрыт дельтидиальными пластинами. Имеется форамен. Поверхность гладкая, реже радиально-ребристая или складчатая. В брюшной створке зубные пластины иногда отсутствуют. В спинной — замочная пластина, круры с прикрепленным к ним брахиальным аппаратом в виде петли, в разной степени усложненной.

Верхний силур — ныне; наибольшую ценность для стратиграфии представляют девонские и мезозойские формы.

Внутреннее строение может изучаться на поперечных разрезам.

## ОБРАЗ ЖИЗНИ И УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ

Знание образа жизни и условий обитания брахиопод необходимо для понимания их приспособлений и важно для выяснения условий образования отложений, в которых найдены остатки этих животных. Все брахиоподы — морские животные и нахождение их остатков на месте жизни служит доказательством морского происхождения вмещающих их пород.

Взрослые брахиоподы относятся к обитателям морского дна — к сидячему бентосу. Они прикрепляются ножкой или прирастают брюшной створкой к твердым предметам, другим животным или растениям, реже свободно лежат на морском дне; но во всех случаях для их жизнедеятельности необходимо, чтобы лобный край приподнимался над субстратом.

Современные брахиоподы обитают в морях всех широт, на разных глубинах — от прибрежной зоны до глубины свыше 5,5 тыс. м, но предпочитают мелководные области теплых морей. Только немногие современные брахиоподы (*Lingula*, *Glottidia*) выносят небольшое опреснение и могут обитать в приливо-отливной зоне. В морях и заливах с соленостью, сильно отличающейся от нормальной морской, современные брахиоподы не живут. Однако в палеозойскую эру, судя по имеющимся данным, некоторые брахиоподы могли существовать и в таких условиях, образуя иногда массовые скопления раковин одного вида и почти всегда мелкого размера.

Образ жизни современных брахиопод, за исключением обитателей приливо-отливной полосы, изучен еще недостаточно. К тому же немногочисленные современные представители брахиопод не могут осветить экологию многочисленных и разнообразных вымерших групп, сильно отличающихся морфологически от ныне живущих. Поэтому при суждении об образе жизни вымерших брахиопод, кроме сравнения с экологией современных форм, основное внимание должно быть обращено на функциональный анализ морфологических особенностей их раковины. Такой анализ необходимо проводить с учетом условий обитания, так как обитание в определенных условиях способствовало формированию у брахиопод тех или иных экологиче-

ских приспособлений. В результате сходные приспособления могли развиваться независимо у неродственных групп, но обитавших в одинаковых условиях. Этим объясняется широкое распространение у брахиопод явлений гомеоморфии<sup>1</sup>, выражающейся в сходной внешней форме раковины, что очень затрудняет определение и нередко приводит к ошибкам. Учитывая это, при определении нельзя ограничиваться только сходством внешней формы раковины — необходимо знать весь комплекс признаков, в том числе и внутреннее строение. На табл. I фиг. 1—2 и 3—4 приведены некоторые примеры гомеоморфии у брахиопод. Особенно опасно поверхностное изучение, когда по сходным внешне формам определяют возраст относительно близких слоев, например нижний или верхний карбон. Тогда, если внутреннее строение у брахиопод изучено недостаточно, точное определение возраста отложений может остаться спорным на многие годы.

Иногда затруднения в определении систематического положения данной раковины могут встретиться из-за неправильной ее формы, не свойственной тому виду, к которому она действительно принадлежит. Это может быть связано с некоторыми случайными обстоятельствами существования. Так, иногда искажалась симметричная форма раковины вследствие тесноты поселения особей, особенно прикрепленных ножкой или прираставших — на раковине могли образовываться вмятины от соседних твердых предметов или одна сторона раковины недоразвивалась и т. д. (табл. I, фиг. 6). Иногда искажение формы раковины было связано с ее повреждением хищниками — «залечиванием» поврежденного места и дальнейшим неправильным ростом раковины (табл. I, фиг. 7, 8). Наконец, неправильность формы раковины могла быть следствием наступления общих для данной области обитания неблагоприятных условий. При этом рост раковины задерживался, на ней образовывались резкие, неравномерные уступы нарастания, которые могли сильно исказить типичную для данного вида форму раковины (рис. 15).

Все эти случайные неправильности роста брахиопод не имеют значения для систематики, и выделение на их основании новых систематических категорий было бы ошибочным. Но изучение неправильностей роста важно для определения условий обитания этих форм и тем самым для определения условий осадкообразования в данном месте<sup>2</sup>. Показателем условий обитания брахиопод часто служит также относительная толщина их створок. Так, тонкостворчатые раковины встречаются у особей,

<sup>1</sup> Гомеоморфия — внешнее сходство различных организмов, не связанных непосредственным филогенетическим родством.

<sup>2</sup> Искажение формы раковины может быть и не прижизненным, а в результате деформации вмещающих слоев при последующих геологических процессах на данном участке земной коры (см. ниже, стр. 31, табл. I, фиг. 5).

обитавших в тиховодных условиях; последние обычно свойственны более глубоким частям моря, но могут встретиться и в мелководных зонах, на участках, защищенных от волнения. При анализе причин толсто- или тонкостворчатости раковин брахиопод необходимо также учитывать возможность утолщения раковины с возрастом.

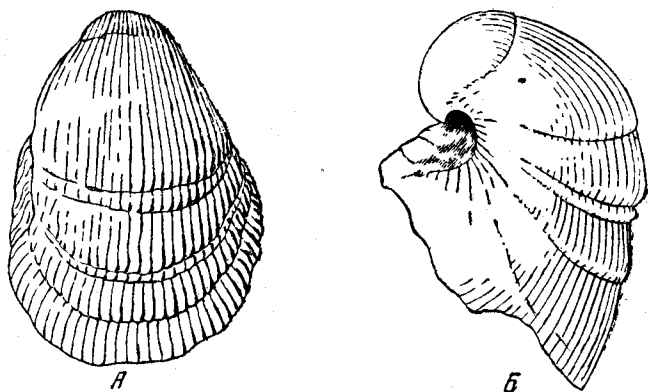


Рис. 15. Резкие уступы нарастания у *Conchidiella pseudobaschkirica sibirica* Ržon., искажающие типичную для вида форму раковины

А — вид сверху; Б — вид сбоку

Вследствие приобретения разнообразных экологических приспособлений, брахиоподы могли обитать в разных морских фациях, на разных грунтах.

В палеозойских морях наиболее обильные и разнообразные поселения брахиопод были на дне мелководных участков с плотным грунтом, куда достигало волнение моря. Но и в более глубоководных областях моря, где отлагались тонкие карбонатные илы, брахиоподы также селились нередко. На участках более близких к берегу, где отлагались грубые, терригенные осадки и скорость их накопления была велика, обитали обычно немногие виды брахиопод, хотя количество особей их могло быть большим.

В биогермах, среди рифостроящих организмов, брахиоподы, как сопутствующая фауна, встречаются редко и мало разнообразны. Но сборы брахиопод в биогермах очень важны для познания их экологии, так как они находятся там часто в положении роста. Распространенное указание на обилие брахиопод в «рифовых» фациях относится не собственно к телу рифа (биогерму), а к соседним с ним фациям мелководных отложений, окаймляющих рифовое сооружение со стороны, обращенной к морю. Некоторые брахиоподы могли сами образовывать небольшие гроздья или биогермы, поселяясь на дне моря колониями типа устричников (*Striatifera*, *Leptodus*, *Prorichthofenia* и др.).

Таким образом, анализ характера комплексов брахиопод и их условий обитания помогает восстановить фациальные особенности бассейна с большой убедительностью.

## ТИПЫ ЗАХОРОНЕНИЯ И СОХРАННОСТИ

После смерти животного раковина брахиоподы захороняется в осадке сразу или после переноса ее движениями воды. В пласте раковина претерпевает различные изменения в процессе fossilization (окаменения) — литификации породы и ее дальнейшей геологической жизни. От особенностей этих процессов зависит сохранность раковины. Поэтому нужно уметь различать формы сохранности раковин, связанные с условиями обитания и захоронения животного, от тех изменений, которые раковины претерпели в ходе геологической истории включающих их горных пород. От умения разбирать и определять сохранность в значительной степени зависит полнота и ценность как сборов, так и результатов изучения.

Поскольку сохранность является результатом ряда процессов, воздействовавших на раковину после смерти животного, разберем их последовательно.

**Захоронение.** Захоронение брахиопод обычно происходит недалеко от мест их обитания. Находки брахиопод в прижизненном положении очень редки. Чаще других в положении роста встречаются формы, прираставшие к субстрату своей раковиной. Захоронение раковин брахиопод, прикреплявшихся ножкой, на месте жизни было возможно при следующих условиях. Либо в биогермах, среди рифостроящих организмов, разрастание которых и вызывало гибель брахиопод на месте жизни и их фиксирование в прижизненном положении. Либо когда происходило резкое изменение условий и прижизненные группы брахиопод внезапно заносились тонким илом, пока их ножки, не имевшие твердой оболочки, еще не были разрушены. Если в дальнейшем осадок не был переотложен, раковины могли сохраниться в прижизненном положении с сомкнутыми створками, при этом часто вместе оказывались захороненными особи различных возрастных стадий (табл. III, фиг. 1).

Однако значительно чаще захоронение брахиопод происходило хотя и на месте их обитания, но не в прижизненном положении. Это обычно бывало при относительно спокойных усло-

виях, в затишных зонах бассейна. В таких случаях нередко сохранялись сомкнутые створки, но раковины не находятся в слое в положении роста — они смещены и обычно ориентированы в разных направлениях; кроме того, здесь же вместе с цельными раковинами часто встречаются изолированные створки и даже обломки их.

Но больше всего распространены захоронения брахиопод, образовывавшиеся при воздействии волнения на большем или меньшем расстоянии от места их обитания. В зависимости от силы и продолжительности воздействия волнения (или течения) на дно и осадок, на котором жили брахиоподы, были различны дальность переноса раковин и, соответственно, степень их разрушения.

При слабом воздействии волнения уносились лишь ил и мелкие обломки, а створки брахиопод часто разъединялись, нередко ломались, но не окатывались; сгруживаясь здесь, они образовывали характерные несортированные ракушечники (табл. III, фиг. 3).

При более сильном волнении створки обычно уже сортировались по размерам и принимали наиболее устойчивое положение выпуклой стороной вверх. При этом крупные и тяжелые брюшные и более тонкие и легкие спинные створки захоронялись отдельно. В этих условиях захоронения раковины брахиопод с сочлененными створками встречаются редко и преимущественно у вогнуто-выпуклых форм или мелких форм, лежащих среди крупных обломков. Чаще же находятся только изолированные створки, нередко вложенные одна в другую, обломанные и несколько окатанные. Поскольку раковины брахиопод у лобного края значительно тоньше, чем в других частях, они легче обламывались именно по краю и в захоронении оставались только макушечные части, — утолщенные и часто укрепленные расположенными в них внутренними образованиями<sup>1</sup>. В результате такого захоронения образуются раковинные накаты (табл. III, фиг. 2). Как ракушечники, так и накаты в разрезах имеют вид линзовидных прослоев, мощность которых зависит от продолжительности отложения, а также и от количества и размеров раковин брахиопод и другой фауны, слагающей их.

Таким образом, вследствие различных условий захоронения в осадок попадают как цельные раковины брахиопод, так и их изолированные створки или обломки. Сохранность раковин до их захоронения мы называем первичной. Ее определение важно для установления места и условий обитания животного, характера осадка и условий его накопления.

---

<sup>1</sup> По этой же причине лобный край раковины легко обламывается при извлечении ее из породы в процессе сбора и препаровки.

Фоссилизация и последующие изменения остатков брахиопод. Раковины брахиопод, захороненные морскими отложениями в той или иной форме первичной сохранности, в дальнейшем претерпевают различные, иногда значительные изменения и с разной полнотой сохраняются в ископаемом состоянии. В процессе фоссилизации на остатки организмов воздействуют химизм циркулирующих вод, механическое

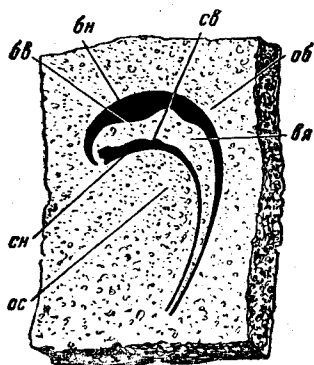


Рис. 16

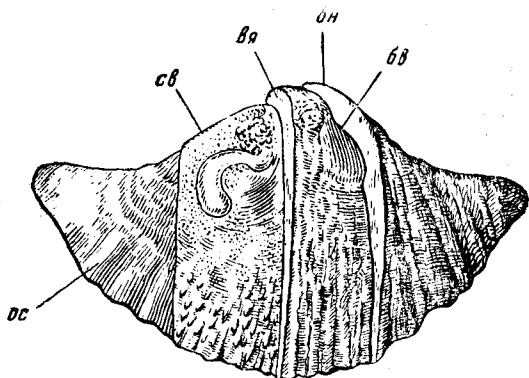


Рис. 17

Схемы, иллюстрирующие разные формы сохранности ископаемого: рис. 16 — продольный разрез раковины продуктид в породе; рис. 17 — раковина *Gigantoproductus*

бв — брюшная створка, внутренняя поверхность; бн — брюшная створка, наружная поверхность; ва — внутреннее ядро с отпечатками внутренней поверхности брюшной и спинной створок; об — порода с отпечатком наружной поверхности брюшной створки; ос — порода с отпечатком наружной поверхности спинной створки; сн — спинная створка, внутренняя поверхность; св — спинная створка, наружная поверхность

давление осадков, особенно возрастающее, если данные пласты оказываются в зонах тектонических нарушений. Формы сохранности раковин, связанные с фоссилизацией и последующим изменением горных пород, мы называем вторичными.

Различают следующие типы сохранности (рис. 16, 17):

1. Сохранение раковины с ее наружной скульптурой и внутренними образованиями. Иногда остается даже окраска раковины. В разрезах видна структура раковинного вещества. Такая сохранность наиболее благоприятна для изучения и встречается преимущественно в неметаморфизованных известняках, мергелях и глинах.

2. При замещении раковины другими минералами — гипсом, кремнеземом, гидроокисью Fe и т. п. — обычно сохраняются лишь внешняя форма и форма внутренних скелетных образова-



ний, но структура вещества раковины исчезает. В этих случаях на разрезах видна только минерализация (сплошная или участками) (табл. II, фиг. 3). Иногда на окремненных участках поверхности раковины наблюдаются своеобразные концентрические образования, которые могут быть ошибочно приняты за структуру самой раковины или за ее скульптуру (табл. II, фиг. 4, 5).

3. Отпечатки на породе наружной и внутренней поверхностей раковин (рис. 16, 17). Особого внимания заслуживают такие отпечатки, образовавшиеся в результате полного выщелачивания (растворения) вещества раковины. В этих случаях в породе остаются пустоты с отпечатками наружной поверхности раковины и внутренние ядра с отпечатками внутренней поверхности створок (табл. II, фиг. 16). Иногда пустота после растворения раковины заполняется минеральным веществом, образуя слепок наружной поверхности (н а р у ж н о е я д р о). Отпечатки обычно относят к категории «плохой» сохранности. Однако хорошо собранный материал, в котором представлены отпечатки наружной и внутренней поверхностей каждой створки и их сочленения, в дальнейшем (после изготовления с них слепков) может дать даже больше сведений о строении раковины брахиоподы, чем при сохранении обеих створок, но потертых с поверхности или заполненных внутри не поддающейся препаровке твердой породой.

4. Независимо от перечисленных первичных и вторичных типов сохранности остатков брахиопод, они иногда приобретают совершенно несвойственную им искаженную форму вследствие тех или иных напряжений в пластах породы. Такая деформация выражается в сдавливании, растяжении, искривлении и т. д. формы остатков как цельных раковин, так и отдельных створок и их обломков, а также их отпечатков и ядер (табл. I, фиг. 5). Она особенно часто встречается в слоях, залегающих в зонах тектонических нарушений. Однако раковины могут быть раздавлены в процессе литификации породы и нередки в платформенных отложениях, залегающих спокойно. Определение таких деформированных раковин трудно и часто вызывает ошибки.

5. Наконец, очень часто при выбивании остатков брахиопод из твердых пород раскол проходит по самой раковине, расслаивая ее на две части: наружные слои раковины с поверхностной скульптурой остаются на одном куске породы, а на другом — сохраняются более глубокие слои раковинного вещества<sup>1</sup>. Особенно часто такие расколы происходят у продуктид и атрипид. При этом выбитая часть может быть принята за цельную раковину с обеими створками, тогда как их поверхностные слои плотно

<sup>1</sup> Так обычно происходит и при прокаливании породы с целью выделения раковин.



спаянные с породой, и тонкие шлейфы могут быть приняты за отпечатки (табл. III, фиг. 4). Такая форма сохранности иногда значительно искажает характер скульптуры выбитой из породы раковины, что может повести к ошибкам в определении.

Мы перечислили далеко не все возможные случаи нахождения остатков раковин брахиопод или их частей. Так, нередко на расколах породы видны разрезы раковин с обеими створками или разрезы изолированных створок, причем в зависимости от направления разреза и систематической принадлежности брахиоподы может быть разная картина. Умение разобраться в том, какая часть раковины с какой стороны видна в породе, целиком зависит от знакомства сборщика с морфологией и систематикой брахиопод.

При сборах в поле и перед препаровкой надо уметь определить форму сохранности, а также установить, какая часть раковины сохранилась, так как с этим связаны дальнейшие поиски при сборах и метод препаровки.

## СБОР МАТЕРИАЛА И ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Сбор фауны в поле — один из самых важных этапов исследования, от которого зависит успех всей работы. Сбор фауны обязательно должен сопровождаться наблюдениями, а не проводиться механически. Каковы бы ни были задачи и планы работ, от которых зависит продолжительность сборов, необходимо точное установление места нахождения каждого ископаемого остатка, т. е. указание не только пункта выхода отложений, но и слоя (и даже его части), откуда взято ископаемое. Если неизвестно, из какого слоя происходит остаток, научная ценность его очень относительна, а в ряде случаев может быть даже отрицательной. Поэтому необходимо, чтобы сборы фауны были строго послойными; если слой имеет значительную мощность или сложен разными породами, то надо указывать, из какой части слоя взято ископаемое. Без соблюдения этих правил возможно смешение фауны не только из разных фаций, горизонтов и ярусов, но даже и геологических систем. Вред, приносимый суммарным сбором фауны из разрезов, часто очень велик и может надолго задержать выяснение истинного геологического строения района, стратиграфии отложений, палеогеографии и эволюции органического мира.

Поиски остатков фауны в обнажении обычно начинают с осмотра осыпей, где куски породы разбиты и часто сильно выветрены, благодаря чему органические остатки видны на них более отчетливо. Однако осыпи могут дать только общее представление о том, какая фауна встречается в обнажении. Настоящие детальные поиски и сборы начинаются при послойном изучении обнажения. В большинстве случаев фауна не распределена в слое равномерно, она бывает сосредоточена в прослоях на плоскостях напластования, в линзах или небольших гнездах. Поэтому необходимо просмотреть каждый слой на всем протяжении его выхода, обращая внимание на все неровности его поверхности выветривания, так как эти неровности нередко имеют в своей основе выпуклые створки раковин. Обнаружив такие

следы фауны, надо выломать в этом месте из слоя более или менее крупную глыбу и заняться ее разбиванием. Расколы, в первую очередь, следует проводить по плоскостям напластования. Если в слое, несмотря на тщательный наружный осмотр, следов фауны не обнаружено, то и тогда необходимо разбить указанным образом несколько глыб, взятых из разных участков слоя. Только убедившись таким образом в отсутствии остатков фауны, можно переходить к поискам в другом слое.

Как правило, следует стремиться собрать в каждом слое обнажения весь комплекс заключенной в нем фауны, руководствуясь тем, что искать и собирать фауну надо до тех пор, пока среди вновь находимых экземпляров уже не будут попадаться новые для этого слоя формы или новые детали строения раковин, уже собранные. Из сказанного отнюдь не следует, что надо брать по одному экземпляру разных форм — сохранность ископаемых почти никогда не бывает достаточно полной, чтобы все признаки вида можно было обнаружить на одной раковине; кроме того, только серия особей может дать достаточно полное представление о виде, всегда обладающем более или менее резко выраженной внутривидовой изменчивостью. После удовлетворения всех перечисленных требований можно переходить к сбору фауны из следующего слоя.

Здесь необходимо подчеркнуть, что неспециалисту не следует увлекаться сбором только выборочных экземпляров, которые ему почему-либо кажутся более ценными (например, более крупных, лучшей сохранности и т. д.). Нередко обломки бывают не менее или даже более ценны для определения брахиопод и установления возраста отложений. В отдельных случаях, когда перед сборщиком ставится особое задание (например, собрать материал по изменчивости или по возрастным изменениям какой-либо группы), сборы, конечно, должны иметь направленный характер.

Проводя строго послойные сборы фауны из разрезов, необходимо записывать на месте в полевой дневник возможно подробнее свои наблюдения над распределением и нахождением органических остатков, помимо обычной записи разреза. При этом отмечается наличие тех или иных групп и среди них брахиопод, ориентировка и первичная сохранность остатков, относительное количество и т. д.

Сбором фауны из осыпей, однако, пренебрегать не следует, так как в них могут встретиться экземпляры хорошей сохранности, отпрепарованные природой; такие экземпляры полезны при изучении морфологии данного вида. При сборах в осыпях всегда надо пытаться установить, из какого слоя разреза происходит тот или иной экземпляр, но при этом в этикетке все же отметить, что он взят из осыпи, относящейся к одному или нескольким слоям. Во всех случаях экземпляры, найденные в осыпях,

менее ценны, чем взятые из слоя, так как обычно нет абсолютной гарантии в их стратиграфической привязке.

Чтобы собрать полноценный материал, при сборе брахиопод следует руководствоваться формой сохранности в данном местонахождении и особенностями морфологии отдельных групп, описанными выше. Отсутствие какой-либо части раковины может быть причиной невозможности точного определения<sup>1</sup>. Для определения любых брахиопод, конечно, важно иметь обе створки. Но и при наличии цельных раковин с обеими створками нахождение изолированных створок со вскрытым внутренним строением раковины может облегчить определение. При нахождении сомкнутых створок, сохранившихся только у лобного края, надо постараться найти и замочный край с макушками, без которых определение в большинстве случаев невозможно, иногда также определение нельзя сделать с уверенностью при наличии только одной створки, особенно спинной.

Для определения представителей многих отрядов очень важна наружная макро- и микроскульптура, поэтому на поиски с лупой экземпляров, у которых сохранились хотя бы участки скульптуры, или на поиски отпечатков скульптуры не следует жалеть времени — оно будет вознаграждено точностью определений, а следовательно, будет способствовать верности выводов.

Экземпляры с сохранившейся микроскульптурой следует завертывать особенно тщательно, так как она может быть повреждена от малейшего трения; а в этикетке следует отметить, что на данной раковине наблюдалась макроскульптура.

Просматривая собранный материал, полезно тут же в поле отмечать цветным (не химическим) карандашом особенно интересные объекты или участки раковин с сохранившейся микроскульптурой, внутренним строением и т. п. для того, чтобы при развертывании эти образцы не смешивались с остальными. Все замеченные особенности фауны, как и ее состав, также фиксируются в полевом дневнике.

Хотя настоящее наставление посвящено брахиоподам, но при полевых работах желательно собирать и другие группы организмов, так как: 1) если в задачу входит определение возраста, то, чем полнее будет общий список фауны, тем точнее будет определение; 2) при специальном изучении брахиопод знание сопутствующей фауны нужно не только для уточнения возраста, но важно также для освещения условий обитания и, наконец, 3) всегда можно случайно найти остатки какого-нибудь редкого представителя других групп организмов, и этой возможностью

<sup>1</sup> Здесь идет речь о сборах для изучения брахиопод или для определения из районов и отложений, откуда брахиоподы еще специально монографически не описаны. При наличии монографического описания остатки брахиопод могут быть определены иногда и по обломкам, на основании сравнения с уже описанными из тех же мест.

пренебрегать не следует, особенно при работе в труднодоступных районах.

**Инструменты и материалы.** Инструментами при сборе брахиопод служат обычный геологический молоток, зубила разных размеров, кувалда для разбивания крупных кусков, кирка; полезно иметь также маленький заостренный молоток для отбивания мелких кусков породы. Кроме того, необходимо иметь лупу для рассматривания деталей внутреннего строения, скульптуры, и, особенно, микроскульптуры раковины. При поисках фауны часто оказывается полезным смачивать поверхность породы, тогда заключенные в ней раковины выступают отчетливее. При выбивании из слоя опасно наставлять зубило вблизи раковины: полезно осмотреть слой и по естественным трещинам выбить большой кусок с нужными раковинами, а потом уже несколько уменьшить количество окружающей породы, не стремясь, однако, освободить раковину от породы полностью, так как при этом могут быть повреждены тонкая поверхностная скульптура, иглы и пр. В любом случае, когда раковина полностью выделена из породы, желательно брать не только эту очищенную раковину, но и ее наружные отпечатки на породе, так как в большинстве случаев на последней остается тонкий наружный слой раковины с деталями скульптуры. Хрупкие экземпляры можно в поле пропитывать каким-либо укрепляющим раствором (например, разведенный спиртом клей БФ) или заливать гипсом. Быстро-высыхающий клей БФ желательно всегда иметь с собой в поле для склеивания на месте разбитых раковин, особенно, если откололись небольшие кусочки, или раковина расщепилась, так как эти хрупкие мелкие кусочки обычно при перевозке разламываются или теряются.

Если брахиоподы заключены в глину, много материала, особенно мелочи, можно собрать, промывая глину на месте; для этого можно пользоваться небольшим тазом или другой посудой; наливая воду и легко взмучивая ее, надо удалить основной глинистый материал. Не следует только мешать размокшую глину, так как таким образом можно поломать хрупкие раковины. При обеспеченности транспортом, можно для этой цели возить с собою набор сит с разным диаметром отверстий, что позволит уже в поле дифференцировать материал по величине. Отмытый материал следует предварительно высушить, а затем уже осторожно перекидывать в коробки (не пересыпать!). Перед промывкой глину полезно предварительно высушить, тогда она легче размокает.

Иногда в известняках может быть найдена окремнелая фауна. Тогда может быть применено растворение известняков в соляной или уксусной кислоте (2—10%-ной) на месте. В больших масштабах растворение известняков, содержащих окремнелую фауну, было применено в США, где в полевых условиях

были растворены 17 т пермских пород (штат Техас) и получен массовый материал по всем группам фауны. Растворение производилось в больших ваннах, в которые помещались крупные блоки породы. Полученные в результате прекрасные остатки фауны затем выбирались из большой массы материала неудовлетворительной сохранности.

**Этикетирование.** Собранный материал следует тут же на месте завернуть и снабдить этикеткой. Сбор фауны с последующим завертыванием и этикетированием уже в лагере может привести к порче или даже к гибели хрупких раковин или деталей их строения (скульптуры, внутренних образований), а отсутствие этикетки — к неточному указанию места сбора.

При заполнении этикетки, которая пишется простым (не химическим!) карандашом обычно по напечатанной основе, не следует лениться и опускать какие-либо данные. На ней следует указывать: учреждение, отряд, общий район работ, точное местонахождение разреза, номер обнажения, номер слоя, номер образца; геологический возраст (если известен), фамилию сборщика, дату сбора (в образце этикетки текст, набранный курсивом, заполняется в поле).

#### Образец полевой этикетки

Палеонтологический ин-т АН СССР	
<i>Кузбасский</i>	отряд
<i>местонахождение: Кузнецкий бассейн, пр. бер. р. Алчедат к ЮВ от с. Лебедянского</i>	
обн. № 74а	
слой № 1	
обр. № 346	
Сборы: <i>Е. А. Ивановой, 1959 г.</i>	

Номер образца отдельно от номера обнажения и слоя важен потому, что из одного слоя нужно стремиться собрать как можно больше экземпляров и, если образцы не нумеровать, при перевозке легко некоторые затерять. В тех случаях, когда приходится брать особенно крупные образцы, полезно, кроме этикетки, на самом образце или на наклейке из лейкопластыря проставить номер карандашом или чернилами.

**Упаковка.** Завертывается в бумагу каждый отдельный экземпляр или кусок. Для хрупких или мелких экземпляров употребляют вату и папиросную бумагу.

Если при извлечении раковины брахиоподы она разбилась на два или несколько кусков, лучше всего тут же их склеить. Если

же клея нет, то их надо сложить и цветным карандашом пометить соотношение частей, затем завернуть каждый кусок отдельно (иначе они при перевозке потрутся), а затем уже завернуть и завязать вместе, пометив на образце (и в дневнике), что под таким-то номером один экземпляр в двух (трех) кусках.

Если образец, содержащий брахиоподы, разбит на несколько кусков и их приходится завертывать отдельно, надо отметить их одним номером, но с буквами *a*, *b*, *v*, указав в дневнике, что это один образец.

Хрупкие и мелкие экземпляры укладываются в коробки с ватой. Для мелких употребляют спичечные коробки, металлические от лекарств (валидола и т. п.), а также специальные плотные коробки с крышками. В коробках можно каждый экземпляр не заворачивать, а класть рядами на слой ваты, покрытый папиросной бумагой, и плотно прикрывать ватой же; это очень ускоряет время упаковки и развертывания. Везить с собой твердые небольшие коробки с крышками удобно, но громоздко и часто по условиям транспорта затруднительно. В таких случаях вместо коробок могут быть использованы пустые консервные банки, а для более крупных объектов — упаковочные коробки из гофрированного картона из-под парфюмерных товаров, освобождающихся в любых, даже сельских магазинах. В таежных условиях внутренней Сибири с редкими населенными пунктами мы использовали в качестве коробок для фауны берестяные, местному «чуманчики».

Объекты из твердых пород, завернутые в бумагу, можно укладывать плотно в мешочки, крепко их завязывая, или завертывать по несколько штук из одного образца в плотную бумагу пакетами, для большей прочности перевязывая их шпагатом; но на такую упаковку требуется больше времени.

Этикетка, как и у обычных геологических образцов, написанная на плотной бумаге, складывается в несколько раз и заворачивается в угол бумаги, или засовывается в мешочек или коробку так, чтобы не потеряться. Сверху же на бумаге, мешочке или коробке обычно пишется номер образца. Мешочки, пакеты, банки, коробки укладываются в ящик так плотно, чтобы при перевозке и перевертывании ни один пакет не сместился; тогда фауна будет в сохранности. Если же образцов недостаточно для заполнения ящика, приходится завернутые образцы перекладывать каким-либо упаковочным материалом: сухим мхом, сеном, стружкой — любым материалом, какой есть под рукой, но обязательно так, чтобы содержимое ящика лежало плотно.



## РАЗБОР МАТЕРИАЛА И ПОДГОТОВКА ЕГО К ОБРАБОТКЕ

**Разбор фауны по группам; предварительная препаровка.** Собранный в поле материал, поступивший для обработки, осторожно разворачивают. При этом у каждого свертка прежде всего достают этикетку, кладут ее в коробку, в которую затем укладывают образец. Если с одной этикеткой имеется несколько раковин или кусков, надо осторожно уложить их в коробку, а ни в коем случае не сыпать, так как при этом они могут быть повреждены. В коробке мелкие экземпляры не должны находиться выше борта, чтобы при переноске они не могли упасть или свалиться в соседние коробки. Особенно хрупкие экземпляры укладывают в коробки на вату. Разбитые раковины склеивают, если они не были склеены в поле, или оставляют завернутыми в папиросную бумагу (до склейки).

На первом этапе разборки коробки с фауной размещают в порядке обнажений и слоев. Затем фауну пересматривают, разбирают по группам для дальнейшей обработки и для передачи соответствующим специалистам (кораллы, мшанки, пелециподы, гастроподы, аммониты и пр.). При передаче этих коллекций обязательно надо составить список с полным указанием местонахождений, чтобы в дальнейшем было легко выявить фаунистический комплекс не только каждого обнажения, но и каждого слоя. Исследователь, занимающийся брахиоподами, разбирает их по крупным систематическим группам — по отрядам или более подробно, в зависимости от его опыта и знаний.

Приступая к изучению выделенных систематических групп, необходимо произвести сначала небольшую предварительную препаровку материала. Его обычно моют (если порода это допускает), удаляют лишнюю породу так, чтобы раковины были более или менее очищены.

Дальнейшую работу по определению удобнее вести не по отдельным обнажениям, а по систематическим группам фауны, так как при этом все особенности строения группы можно



выявить с большей полнотой. Поэтому разобранный материал расставляют уже по группам фауны в систематическом порядке. Обычно для этого используют шкафы с лотками.

**Инвентаризация.** При разборе коллекции и раскладывании ее по группам приходится писать новые этикетки, иногда в большом количестве. На эти этикетки (желательно другого образца), заполняемые обычно чернилами, переносят все данные полевой, но оставляют место для написания латинского названия вида и геологического возраста. Полевую этикетку обязательно сохраняют у наиболее важного экземпляра.

#### Образец камеральной этикетки

Палеонтологический ин-т АН СССР	
<i>Spinocyrtia</i>	№ 1395
<i>martianofi</i>	<u>549</u>
(Stuckenbergl)	
D <sub>2</sub> saf Местн. Кузнецкий басс., пр. бер. р. Алчедат к ЮВ от с. Лебедянского, обн. 74а, сл. 1, обр. 346	
Колл. Е. А. Ивановой, 1959	

Систематизированный материал перед изучением и описанием — инвентаризуют. Инвентаризация состоит в маркировании экземпляров фауны, т. е. каждый экземпляр получает свой индивидуальный номер. Обычно, при хороших сборах один полевой образец содержит несколько экземпляров фауны (иногда, до сотни), которые и получают отдельные инвентарные номера. В некоторых случаях, когда имеется несколько раковин на одном куске породы и почему-либо нежелательно их выделять из нее, может быть дан один номер для всего образца.

Инвентарный номер пишется, как правило, дробью: в числителе номер коллекции — порядковый по учреждению, а в знаменателе порядковый для данной коллекции. Для написания инвентарного номера можно ставить площадку эмалевой краской или сгладить на породе площадку напильником; номер пишут тушью и для дальнейшей сохранности покрывают лаком или клеем БФ. Цифры надо писать не крупно, но отчетливо, выбирая места, которые не будут затронуты при дальнейшей обработке (препаровке, шлифовании) и в то же время не на виду, чтобы не обезобразить общий вид раковины.

Помимо экземпляра, тот же инвентарный номер записывают в верхнем правом углу этикетки, написанной при разборе фауны (и на полевой этикетке). Параллельно с этим ведут инвентарный каталог (в тетради, книге или на карточках), в который по

порядку инвентарных номеров записывают местонахождение (полностью по этикетке), а также все дальнейшие данные, наличие и количество шлифов, фотографий, окончательное определение, где описан данный экземпляр и пр.

Такая индивидуализация экземпляров фауны необходима для обеспечения точности при изучении. Только экземпляры, имеющие инвентарные номера, могут подвергаться окончательной препаровке, шлифованию, фотографированию, измерениям и т. д., так как им не грозит опасность потерять связь с этикеткой или перепутать серию разрезов, а следовательно, потерять научную ценность.

До инвентаризации одной из забот исследователя является сохранение этикетки вместе с образцом, так как всякое перемещение и вынимание раковин из коробки, хотя бы для сравнения их, может привести к перепутыванию этикеток.

## ТЕХНИКА ОБРАБОТКИ И ИЗУЧЕНИЕ

При изучении брахиопод, даже с целью простого определения, не говоря уже об их описании, необходимо узнать, т. е. рассмотреть, все детали строения раковины: внешние (общей формы, макро- и микроскульптуры) и внутренние. Очень редко можно найти раковины, полностью освобожденные от породы; обычно они более или менее заполнены породой и погружены в нее. Поэтому для выяснения всех деталей, определяющих систематическое положение данной формы, требуется применение различных способов препаровки и других технических методов обработки.

Техническая обработка материала — очень важный раздел исследования, с качеством и совершенствованием которого тесно связан прогресс палеонтологической науки.

Специальных методов технической обработки именно брахиопод не существует — они общи с методами, применяемыми при исследовании остатков любых ископаемых организмов, близких по размерам, химическому составу и твердости.

По своему характеру все эти методы могут быть разделены на три группы: 1) препаровка, 2) изучение при помощи разрезов и 3) изучение путем просвечивания объектов.

Техническая обработка материала тесно связана с самим процессом его изучения и часто от него неотделима. Нередко для выявления разных особенностей строения раковины приходится применять разные методы их изучения или использовать одновременно несколько форм технической обработки, так как каждая из названных трех групп имеет свои преимущества в определенных случаях.

**Препаровка**, т. е. очищение остатков ископаемых от заключающей их породы или даже полное выделение из породы — важный раздел работы, требующий знания общего строения изучаемой группы и больше, чем другие методы, терпения и аккуратности; отсутствие этих качеств у работника может привести к порче или даже к уничтожению ценного и редкого материала. Препаровка имеет целью выявить внешнюю форму раковины и

ее скульптуру, а также детали внутреннего строения, создающие рельеф внутренней поверхности створок. Такие образования, как ручной аппарат, находящийся в подвешенном состоянии между двумя створками и связанный со спинной только тонкими под-держками, поддается препаровке лишь в особых случаях сохранности.

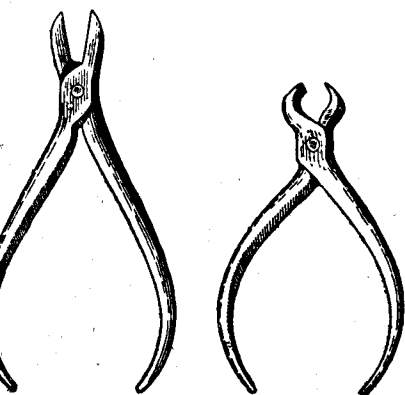


Рис. 18. Кусачки разной формы

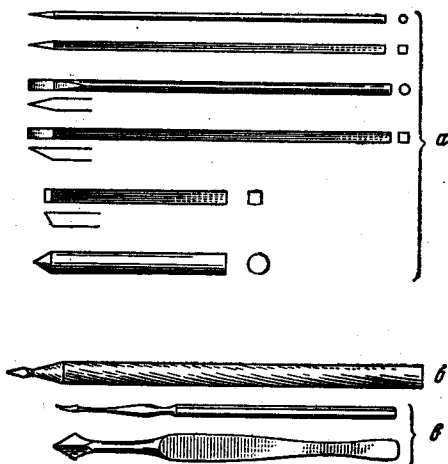


Рис. 19. Различные препаровальные инструменты

*а* — зубила разной формы; *б* — грабштихель; *в* — зубо-врачебные шпатели

К этому же типу технической обработки можно отнести изготовление слепков наружной и внутренней поверхностей раковин по естественным или искусственным отпечаткам и ядрам, которые также ведут к непосредственному выявлению внешних и внутренних особенностей раковины.

Препаровка может быть механической, химической, термической или их комбинацией.

**Механическая препаровка.** Инструментами для ручной препаровки служат различного размера и формы молоточки, кусачки (рис. 18), иглы и иглодержатели, зубила (рис. 19, 20) и другие инструменты, употребляемые в зубоврачебном и скорняжном деле, а также граверами. Зубила и иглы всегда должны быть острыми, — работа тупыми инструментами сильно снижает производительность. Необходимо поэтому иметь достаточный запас зубил (20—50), а также обеспечить возможность их частого затачивания. Для этого употребляют точило механическое, электрическое или простое ручное. Небольшое точило, выпускаемое заводом «Калибр» (рис. 21), удобно привинтить непосредственно

к рабочему столу, чтобы иметь его всегда под рукой, когда нужно заточить иглу.

Кроме того, при работе необходимо иметь кисточки, щетки разного размера и жесткости для удаления и смывания размельченной породы, подушку из крепкой, плотной ткани, набитую песком, кусок толстой резины или какую-либо другую удобную подстилку для образца, чтобы он не терся с нижней стороны, когда препарируется верхняя. Хорошо иметь небольшую наковальню для разбивания кусков породы, а также большие тиски с острыми лапками для их «откусывания». Надо иметь около себя посуду (тазик) с водою, полотенце для вытирания рук, клей для приклеивания случайно отбитых кусков.



Рис. 20. Игло-массаже лица, но со вставленной в держатель иглой. Сама техника механической препаровки и применение тех или иных инструментов описаны в ряде руководств (Прохоров, 1931; Крымгольц, 1954) и ее не стоит здесь полностью повторять, тем более, что она представляет собой искусство, которое, хотя и требует некоторых способностей, но приобретается, в основном, навыком и хорошим знанием морфологии.

Следует иметь в виду несколько общих положений:

1. Нельзя препаровать в коробке с этикеткой. Для этого образец с инвентарным номером вынимают; по окончании работы раковину возвращают в коробку только после просушивания.

2. Не следует начинать препаровку от той части раковины, которая выступает из породы. Лучше начать со стороны, учитывая вероятные размеры, форму и положение раковины (рис. 23).

3. После первых ударов следует проверить, не растрескивается ли раковина от сотрясения; если на раковине появляются трещины, надо принять меры предосторожности (залепить ее лейкопластырем, пропитать клеем и т. д.), а вместо ударных инструментов перейти на режущие.

4. Если нет надежды отделить раковину от породы, то надо уменьшить объем пустой породы постепенным откалыванием ее с краев или отпиливанием на станке.

5. Применение механизированных инструментов увеличивает скорость препаровки, но повышает требования к вниматель-

ности работника: при быстроте действия инструмента можно не только повредить, но и совсем спилить раковину или даже случайно придать ей несвойственную форму.

Остановимся более подробно на некоторых особенностях препаровки.

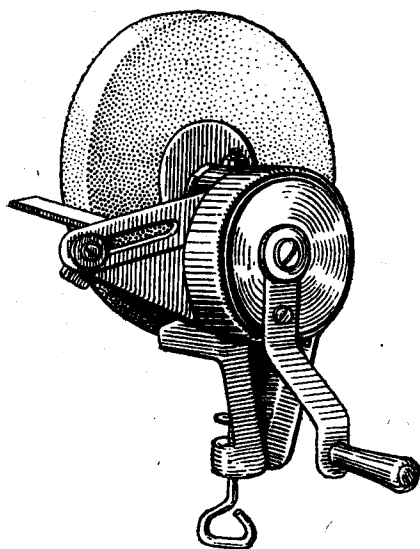


Рис. 21. Небольшое точило завода «Калибр»

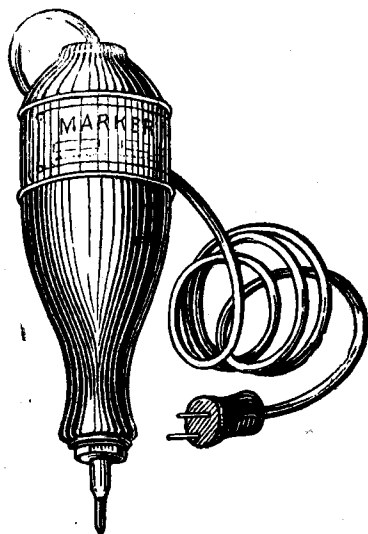


Рис. 22. Электрический ручной отбойный молоточек

Применение тех или иных способов и инструментов при механической препаровке зависит от твердости и состава как остатков самих брахиопод, так и вмещающей их породы.

Раковины брахиопод хорошей сохранности, заключенные в глину, погружают целиком в воду и осторожно удаляют глину кисточкой или мягкой щеткой. Если же раковина имеет трещины, то погружать ее в воду нельзя, а глину надо смывать небольшим количеством воды и притом частями; освободив от глины небольшую часть раковины, ее просушивают и скрепляют клеем БФ или спиртовым раствором шеллака, следя за тем, чтобы укрепляющее вещество не попало на породу, ни вокруг раковины, ни под нее, так как это будет затруднять дальнейшую препаровку.

Если раковина от воды распадается и ее совсем нельзя мочить, тогда приходится разрыхлять на ней глину иглой и удалять ее щеткой или сдуванием. Если необходимо очистить обе

стороны раковины или створки, тогда, очистив от породы и закрепив одну сторону, ее густо смазывают глицерином или накладывают фольгу и погружают частично в гипс, разведенный водою и налитый в коробочку; по затвердении гипса получается подушка, которая хорошо предохраняет раковину при препаровке другой стороны.

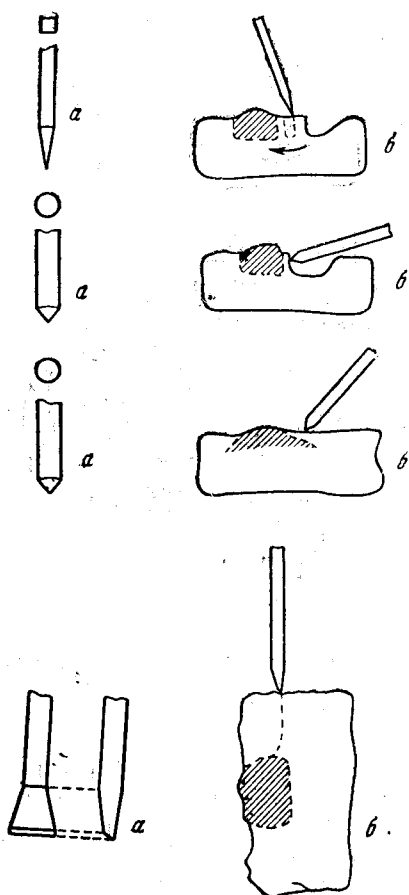


Рис. 23. Употребление зубил (а) различной формы и их положение при препаровке (б). Раковина заштрихована

При препаровке в более твердых породах, чаще всего известняках, применяют различного рода зубила и иглы. На рис. 23 показано несколько приемов использования зубил для препаровки (использована книга Г. Я. Крымгольца, 1954). Зубила ударных электроинструментов следует направлять так же, но эффект достигается не силой удара, а большим количеством мелких ударов, поэтому не следует сильно прижимать зубило к породе.

Особый метод применяется при вскрытии раковины у некоторых продуктид для выявления их внутреннего строения. Это приходится делать из-за слабого рельефа элементов внутреннего строения продуктид, благодаря чему сериальные разрезы не могут дать ясного представления о нем. Описываемый ниже способ применим для раковин с относительно обширной висцеральной полостью, у которых спинная створка имеет относительно плоскую или коленчатую форму. Раковины с сильно вогнутой спинной створкой, близко прилегающей к брюшной, с узким висцеральным пространством (например, *Gigantoproductus*) препаровке этим способом не поддаются. Отбирают раковину, у которой кроме брюшной створки можно предполагать наличие спинной, не извлеченной из породы. Брюшная створка может быть и неполной сохранности. Небольшое долотообразное зубило наставляют сбоку брюшной створки приблизительно в плоскости висцерального диска спинной створ-

ки (табл. IV, фиг. 9б, у). Одним-двумя резкими ударами молотка по зубилу макушечная часть брюшной створки вместе с породой, восполняющей полость раковины, скалывается. При наиболее благоприятном случае раскол обнажает внутреннюю поверхность плоской части спинной створки, ее замочный край и замочный отросток, входящий в кончик макушки брюшной створки. Эту часть макушки, выступающую за замочный край, обычно также скалывают, что позволяет при необходимости ее удалить и очистить полностью замочный отросток.

При менее удачном расколе обнажается только часть внутренней поверхности спинной створки, остальная обламывается, оставаясь спаянной с породой, выполняющей раковину (табл. IV, фиг. 9в, з). Для изучения внутреннего строения спинной створки вполне достаточно видеть половину ее, плюс срединную септу и замочный отросток, расположенные по средней линии. Если же обнаружившаяся часть створки недостаточна, то приходится отделять дополнительные участки створки путем осторожных ударов тонкой иглой, немедленно перенося эти кусочки и приклеивая их на соответствующее место раскола. Таким способом удавалось изучить внутреннее строение каменноугольных продуктид Кузбасса, происходящих из очень крепких, метаморфизованных известняков. Правда, этот метод неприменим, если имеются единичные экземпляры данных видов, которые жалко раскалывать, не будучи уверенным в успехе. Поэтому особенно ценно, чтобы сборы были обильными — что позволит полностью выявить все детали строения формы, хотя бы для этого пришлось пожертвовать частью материала. Это вполне компенсируется точностью определений и обоснованностью выводов.

**Ультразвуковая вибрация.** В последнее время выделение ископаемых из породы осуществляют иногда путем применения ультразвуковой вибрации. У нас этот метод с успехом применяют для извлечения микрофауны. В отношении макрофауны, в том числе брахиопод, ведутся только опыты по использованию таких установок, которые еще не получили широкого распространения. По имеющимся в литературе описаниям (Stevens и др., 1960) применения ультразвуковой вибрации, особенно хорошие результаты получаются при очищении тонкой и мелкой скульптуры поверхности, закрытой тонкой пленкой породы.

**Изготовление слепков.** Одним из способов восстановления внешней формы раковины и скульптуры, а также выявления особенностей внутреннего строения (кроме таких тонких, как брахиальный аппарат), служит изготовление слепков. Этот метод особенно важен при тех случаях сохранности, когда вследствие растворения раковины в породе остаются только отпечатки наружной поверхности и ядра от внутренней. В некоторых случаях



такие отпечатки и ядра делают искусственно (см. ниже — термическая препаровка).

В простейшем случае отпечаток делают пластилином, причем та поверхность объекта, с которой нужно сделать слепок, предварительно смачивается водой, слабым мыльным раствором или глицерином.

Для того, чтобы отпечаток сохранился на более длительный срок, вместо пластилина можно употреблять зуботехническую мастику.

Когда необходимо получить отпечаток тонких деталей, таких, как микроскульптура, лучше всего употреблять препарат латекс<sup>1</sup>. Поверхность отпечатка, с которого предполагают сделать слепок, предварительно смачивают мыльным раствором. Латекс наливают нетолстым слоем, высушивают (без нагревания!), затем заливают последовательно второй, третий такой же слой до заполнения нужной полости. Если слепок большой, то для придания ему большей прочности между средними слоями латекса можно проложить кусок марли. Слепок получается гибкий, упругий, что очень важно при извлечении его из неровных полостей — его можно согнуть и он снова примет первоначальную форму<sup>2</sup>.

Для особо мелких и тонких отпечатков, представляющих иногда узкие щели, особенно в кремнистых сланцах, рекомендуется изготовлять слепки из легкоплавкого металла (52% висмута, 40% свинца, 8% кадмия) после удаления из отверстия воздуха (подробнее см. Rasetti, 1947).

**Химическая препаровка.** Этот метод состоит в освобождении ископаемого путем растворения окружающей его породы.

Процесс растворения породы в кислотах относительно прост, но длителен. Последнее особенно следует учитывать, так как многие полагают, что химический способ очень быстрый. Однако, поскольку при растворении породы не требуется постоянное присутствие работника, а только наблюдение, рабочие руки освобождаются и, так как можно сразу проводить растворение большого количества образцов, — применение химических способов в конечном итоге ускоряет работу. Кроме того, в результате химической обработки могут быть очищены от породы очень тонкие детали строения раковины и мелкие объекты. Все это должно способствовать более широкому внедрению этого метода, который не получил еще у нас большого распространения.

---

<sup>1</sup> Латекс — сок естественных каучуконосов или дисперсия в воде синтетического каучука — молочно-белая жидкость, имеющая консистенцию сливок.

<sup>2</sup> Если надо сфотографировать слепок из латекса, его предварительно несколько раз покрывают жидким клеем БФ, просушивают и уже после этого опыляют для фотографирования.

Применение тех или иных реактивов при химической препаровке зависит от химического состава самой раковины или вещества, которым она замещена, а также заключающей ее породы. При погружении раковин в раствор не следует забывать класть туда же этикетку, написанную карандашом.

В простейшем случае, когда раковина брахиоподы замещена кремнеземом и заключена в известняк, последний растворяют в слабом растворе соляной или уксусной кислоты. Если окремнение целиком захватило раковину, могут получиться изумительные результаты: хрупкая раковина с иглами и со всеми деталями строения освобождается целиком с обеих сторон. Таким способом, растворяя большие количества породы, можно получить многочисленный, хорошо отпрепарованный материал без особой затраты труда. Растворение рекомендуется производить в вытяжном шкафу.

Однако полное замещение раковин брахиопод кремнеземом встречается редко. Чаще окремнение захватывает только отдельные участки раковины, которые и остаются при растворении вместо цельной раковины. Если окремненные участки мелкие и разобщенные, неосмотрительное погружение такой раковины в кислоту может привести к полной гибели материала.

Хорошие результаты достигаются при выделении слабыми кислотами фосфатных раковин *Inarticulata*, заключенных в известняки. Применяя известные предосторожности при использовании кислот для растворения породы, можно добиться хороших результатов выделения известковых раковин даже из известняков.

Различные способы химической препаровки, предлагаемые разными авторами и описанные в литературе, можно суммировать следующим образом.

Употребляют преимущественно уксусную и соляную кислоты небольших концентраций — 2—5%-ную, погружая кусок известняка с брахиоподами в раствор, оставляют его на сутки или более, следя время от времени, чтобы процесс растворения не был слишком бурным и в то же время не прекращался. Некоторые авторы рекомендуют не добавлять в использованный раствор свежей кислоты, а сливать старый раствор и заменять его новым. Поскольку растворяемые экземпляры часто становятся очень хрупкими, чтобы их не потревожить, полезно для сливания раствора иметь отверстие с краном в дне сосуда.

Когда лишняя порода будет удалена и растворение почти обнажит раковину, полное очищение раковины производят уже под непосредственным наблюдением препаратора. Здесь, в сущности, совмещаются два метода препаровки — механический и химический. Разрыхленную кислотой породу вокруг раковины и внутри нее удаляют осторожно механическим путем.

Объект вынимают из раствора и кислоту наносят на породу кисточкой; при этом надо следить, чтобы кислота не попала на раковину; для предохранения раковины ее можно покрыть шеллаком или тонким слоем воска.

При препаровке известковых раковин в мергелистой породе хорошие результаты дает применение крепких растворов щавелевой кислоты. Особенно эффективно очищение ископаемых, на поверхности которых сохранилась тонкая пленка мергеля. Механическая препаровка таких раковин не только очень трудоемка, но и часто приводит к повреждению тонкой внешней скульптуры. Нахождение таких раковин в растворе щавелевой кислоты в течение 2—12 час. полностью освобождает их от пленки породы без порчи поверхности самой раковины. За процессом растворения следует следить, осторожно удаляя мягкой кисточкой с водой осадок глины, а также щавелевокислого Са, который образуется, если ископаемое долго лежало в кислоте. После извлечения из раствора раковину необходимо хорошо промыть водой.

При чистке раковин, заключенных в мергель или глинистые породы, может быть применена совмещенная препаровка. В этих случаях используется едкий кали (КОН) в твердом виде или в растворе. Кусочки твердого едкого кали раскладывают на породе вокруг ископаемого и оставляют на сутки и более. Благодаря гигроскопичности едкий кали растворяется и разрыхляет породу; для ускорения процесса можно класть кусочки щелочи на предварительно смоченную породу. В раствор едкого кали породу погружают целиком и слегка подогревают. Под действием щелочи порода разрыхляется и ее удаляют щеткой в слегка подкисленной воде. При работе с едким кали следует надевать резиновые перчатки.

Теоретически возможны случаи, когда известковая раковина брахиоподы окажется заключенной в кремнистую породу; тогда для растворения последней следует применить плавиковую кислоту, соблюдая все предосторожности, необходимые при работе с этим реактивом.

При работе с любыми кислотами следует соблюдать осторожность, а после растворения породы раковины должны быть хорошо промыты водой.

**Термическая препаровка.** В простейшем случае для выделения раковин из плотных известняков куски их нагревают в поле, на костре, и затем обливают водой. Известняк при этом растрескивается и выделяются раковины брахиопод с обеими створками. Однако вследствие того, что кальцит при обжигании переходит в жженую известь (СаО), поверхностный слой раковины при таком способе выделения обычно бывает поврежден. В лабораторных условиях нагревание можно проводить осторожнее: повторно нагревая образец на газовой горел-

ке, электрической плитке или в муфельной печи и быстро погружая его в холодную воду.

Для той же цели выделения раковин из породы можно применять замораживание пропитанного водой образца. Г. Я. Крымголец (1954) советует погруженный в воду образец помещать в вакуум-аппарат для того, чтобы вода проникла в мельчайшие пустоты; после этого для замораживания помещать его в твердую углекислоту и затем для оттаивания в горячую воду.

Способ прокаливания применяется чаще не для выделения раковин, а для их уничтожения с целью получить отпечаток (ядро) внутреннего строения, необходимый для определения и изучения некоторых групп брахиопод — ортид, продуктид, атрипид, строфоменид и пр. В этих случаях берут даже целые раковины, извлеченные из породы, и одновременно прокаливая и погружая их в воду, добиваются полного удаления раковины и получают внутренние ядра. Поскольку на ядре рельеф внутренних особенностей раковины обратный тому, который имеется на самих раковинах, для получения истинной картины делают слепки, техника изготовления которых описана выше.

Во всех случаях термическая препаровка сопровождается дополнительной механической.

**Разрезы.** Во многих случаях очистка внутренней поверхности обеих створок для выявления характера внутренних структур может быть с успехом заменена разрезами — шлифовками или шлифами. При изучении представителей многих отрядов брахиопод, обладающих высокорельефными внутренними скелетными образованиями (пентамериды, ринхонеллиды, спирифериды и др.), проведение разрезов раковины является обязательным.

Направление разрезов обуславливается тем, какие скелетные элементы нужно выявить (рис. 24). Так, при изучении структур, расположенных в макушках брюшной (апикальный аппарат) и спинной (кардиналий) створок, проводят поперечные разрезы, перпендикулярные плоскости симметрии раковины; при изучении брахиального аппарата спириферид, атрипид — нужны продольные тангенциальные разрезы со стороны спинной створки; в некоторых случаях полезны разрезы,

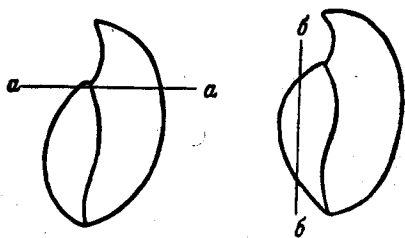


Рис. 24. Направление разрезов для изучения внутреннего строения брахиопод

а—а — плоскость, параллельно которой проводятся поперечные разрезы; б—б — направление плоскости для тангенциальных продольных разрезов

параллельные плоскости симметрии. При изучении пористости раковины необходимы тангенциальные разрезы, параллельные поверхности раковины.

Особенно ценны серии последовательных шлифовок. С каждой шлифовки делают зарисовку, фотографию или пленку (см. ниже) и по этим изображениям, расположив их в последовательном порядке, реконструируют объемную форму и расположение внутренних элементов раковины.

Поскольку шлифовки и другие разрезы уничтожают раковину, то в тех случаях, когда изучаемый экземпляр представляет собой большую ценность (голотип, единственный представитель вида и т. д.), его необходимо предварительно измерить, сфотографировать или сделать полный слепок и только после этого приступить к шлифованию. Если шлифовка ведется для контроля при определении и раковин данного вида имеется достаточное количество, то можно ограничиться только измерением и описанием избранного для разреза экземпляра.

**Шлифовки.** Чем больше сделано последовательных шлифовок, тем детальнее будет восстановлено внутреннее строение. Поэтому шлифовки небольших раковин обычно делают ручным способом<sup>1</sup>, зарисовывая шлифованную поверхность через определенные промежутки, выражающиеся долями миллиметра. Более крупные раковины можно шлифовать на станке. В литературе описано несколько приборов, на которых шлифовки делаются механически через определенные промежутки (Croft, 1953; Siehl, 1962). Мы приводим схему одного из наиболее простых приборов, несколько измененную применительно к изучению брахиопод (рис. 25).

Ручная шлифовка делается на толстом стекле при помощи тонкого шлифовального порошка, смоченного водою. Чтобы правильно представить себе по разрезам детали строения раковины, плоскости разрезов серий шлифовок должны быть строго параллельными. Для этого раковину заливают в гипс, замешанный для прочности на декстрине, в твердый парафин или церезин или какое-либо другое затвердевающее вещество, формуя его в виде призмы или цилиндра и ориентируя раковину строго вертикально. На боках призмы отмечают положение раковины и наносят поперечные линии шкалы, параллельно которым должно проводиться шлифование. Расстояние между проведенными плоскостями записывают. В тех случаях, когда раковина выполнена темной породой, на шлифовке бывает трудно различить контуры раковины. Поэтому перед шлифованием такую раковину немного прокаливают — она белеет и делается видимой на темном фоне породы; длительное,

---

<sup>1</sup> Кончик макушки можно шлифовать при помощи напильника или карборундового диска на бормашине.

до 12 час. пропитывание раковины после прокаливания раствором целлулоида в ацетоне — еще более проясняет картину. Если раковина выполнена светлой породой, предлагается перед прокаливанием пропитывать породу 40%-ным раствором сахара (Owen, 1956). Для этого удаляют переднюю часть раковины, чтобы обнажить породу, затем экземпляры погружают цели-

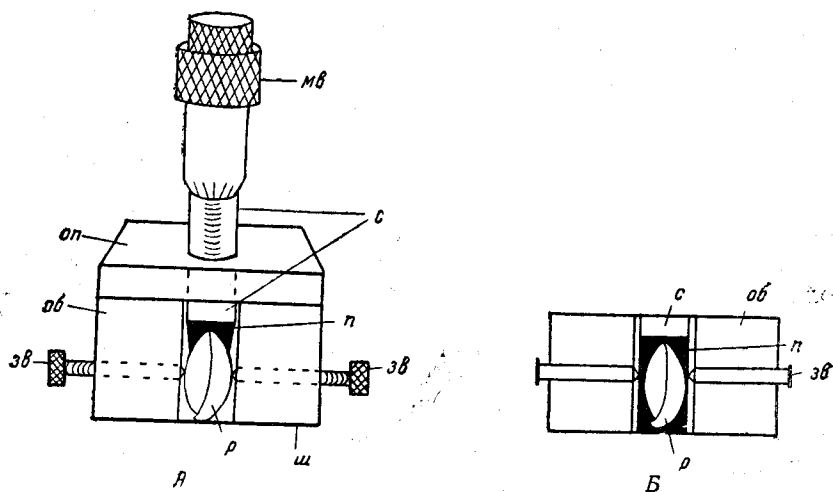


Рис. 25. Простой прибор для параллельных шлифовок

А — общая схема прибора; Б — деталь, схема работы с раковиной, целиком залитой в прикрепляющую массу; зв — закрепляющий винт; мв — микрометрический винт; об — опорные бруски; оп — опорная пластина; п — прикрепляющий материал (гипс, канадский бальзам, плексиглас и пр.); р — раковина; с — основной стержень для прикрепления объекта; ш — плоскость шлифовального круга

ком в раствор, который медленно подогревают до кипения, чтобы изгнать из породы воздух и заменить его раствором; в этом растворе раковину оставляют по крайней мере на сутки, после чего ее вынимают и высушивают, а затем прокаливают до красноты на газовой горелке. В результате порода окрашивается в темно-бурый цвет, тогда как раковина и ее внутренние образования становятся белыми.

Для более ясной картины можно также окрашивать прямо шлифовку. Для этого высушенную поверхность шлифовки в светлых разностях известняка пропитывают моноклорнафталином (Никифорова, 1936). Предварительно прокаленную или окрашенную шлифовку можно прямо фотографировать или зарисовывать.

Однако все же зарисовки и фотографирование с шлифовок не могут выявить всех деталей строения раковины и соотношения ее элементов, так как они делаются в отраженном свете, при котором эти детали не видны. Поэтому-то обычно

такие зарисовки изображают черными на белом фоне (см. рис. 14Б).

Неизмеримо лучшие результаты получаются, если с пришлифовок снимать пленки («реплики») <sup>1</sup>. Этот метод применяется сейчас на палеозойском материале, но несомненно, его следует распространить на изучение ископаемых мезозоя и кайнозоя.

**Изготовление пленок.** Пришлифованную на стекле тонким порошком поверхность промывают водой и протравливают 5—10%-ным раствором HCl до тех пор, пока на ней не станут более ясными контуры и структура раковины. Кислоту наносят стеклянной палочкой или пипеткой, следя за тем, чтобы она не стекала за пределы пришлифовки. Затем кислоту смывают водой, протравленную поверхность просушивают и смазывают очень тонким слоем глицерина, так чтобы не было слишком блестящих поверхностей. На подготовленную таким образом пришлифовку наносят тонкий слой раствора целлулоида в ацетоне <sup>2</sup> или лак для ногтей № 1. Залив поверхность пришлифовки лаком, следят за тем, чтобы на нем не было пузырьков, он не помутнел и не слился на один бок, для чего ориентируют поверхность пришлифовки горизонтально, укрепляя раковину в нужном положении в коробочке с песком или на пластилине. Лак должен сохнуть при комнатной температуре не менее 2—3 час., иначе при снятии пленки она может деформироваться. Когда пленка затвердела, ее приподнимают с одного края при помощи лезвия бритвы и снимают с пришлифовки. Если пленка вышла неудачной, процедуру можно повторить, начиная со смазывания глицерином.

Предлагается усовершенствовать изготовление пленок следующим образом (Dunbar, 1954): пришлифованную на стекле тонким порошком поверхность обрабатывают 2%-ным раствором HCl в течение 2—3 мин.; затем полируют окисью хрома или красной охрой на сукне <sup>3</sup>; обрабатывают 2%-ным раствором уксусной кислоты в течение 1—2 мин. и уже после этого покрывают амилацетатом.

Значительно скорее и проще делать пленочные отпечатки с пришлифовок следующим образом. Кусочек тонкой целлулоидной пленки <sup>4</sup> кладут на ровную твердую горизонтальную по-

<sup>1</sup> Впервые у нас этот метод применил Б. В. Милорадович (1940).

<sup>2</sup> Для получения раствора целлулоида обычно используют старую целлулоидную (но не ацетатную) фотопленку, освобожденную от эмульсии. При большом расходе лака выгоднее выписать его прямо с фабрики в крупной фасовке.

<sup>3</sup> Перед полировкой на сукне или замше (натянутыми на деревянный диск или ровную доску), сукно смазывают туалетным мылом и накладывают небольшое количество абразива, в данном случае — окиси хрома. После 3 мин. полировки поверхность обмывают водой.

<sup>4</sup> Очищенная от эмульсии фото- или рентгеновская пленка.



верхность, затем на него наносят пипеткой каплю ацетона и к ней плотно прижимают пришлифованную поверхность, с которой надо сделать отпечаток. Пришлифовку, как обычно при изготовлении пленок, предварительно протравливают, хорошо высушивают, но глицерином не смазывают. Чем сильнее прижат образец к целлулоидной пленке, тем скорее высыхает отпечаток; он бывает готов через 2—3 мин.

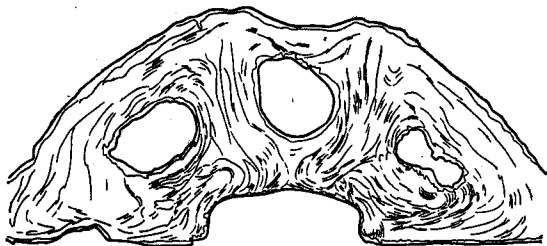


Рис. 26. Поперечный разрез макушки брюшной створки *Licharewia rugulata* (Kut.). Зарисовка с пленки при помощи аппарата «Микрофот». Увеличено

Полученные пленки (по 1 и 2-му способам) имеют вид прозрачных шлифов, на которых видны не только контуры раковины, но и детали соотношения внутренних элементов, различия в структуре, линии нарастания, пористость и т. д. (рис. 26).

По деталям строения раковины, которые видны на пленках, последние почти не уступают прозрачным шлифам и являются таким же документом, тогда как при зарисовках с пришлифовок такого объективного документа не остается.

Хранят пленки, располагая их в последовательном порядке между двумя предметными стеклами с надписью или с наклеенной этикеткой. Во время работы стекла обычно заклеивают лейкопластырем, чтобы было легко добавлять новые пленки из серии, а по окончании — бумагой. Крупные пленки можно хранить просто в конвертах, записывая на каждой пленке инвентарный номер экземпляра и порядковый номер пленки.

Большим преимуществом пленок по сравнению со шлифами, кроме простоты изготовления, является возможность получения отпечатков с разрезов через любой малый промежуток, а также в любом количестве.

Изучение пленок производится в проходящем свете при увеличении при помощи лупы, микроскопа или бинокля. Зарисовывать пленки можно при помощи рисовального аппарата. Но скорее и удобнее делать зарисовки через обычный фотоувеличитель, отбрасывая изображение на бумагу. Еще лучшие



результаты получаются при помощи прибора «Микрофот»<sup>1</sup> (рис. 27). При фотографировании пленок получается такая же детальная картина строения раковины, как и при фотографировании прозрачных шлифов.

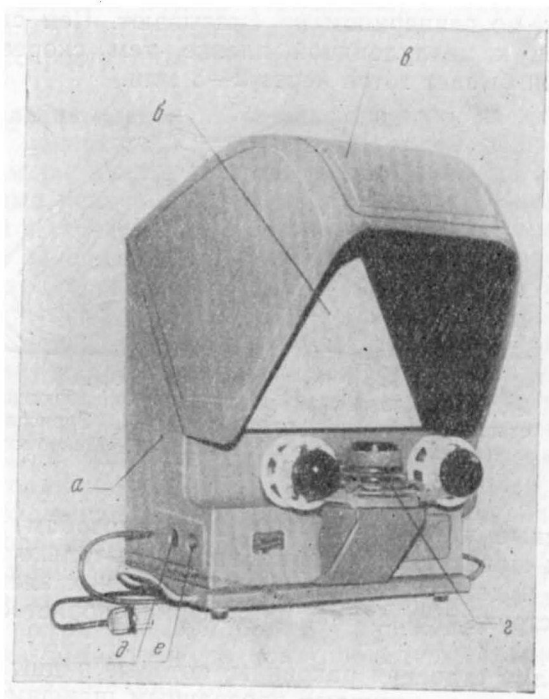


Рис. 27. Общий вид аппарата «Микрофот»

*а* — корпус, в котором размещены оптическая система, электрическое питающее устройство; *б* — экран; *в* — светозащитный кожух, в верхней части которого закреплено зеркало, направляющее изображение кадра на экран; *г* — комбинированный фильмовый канал, служащий для закрепления и перемотки рольной пленки; при просмотре шлифов он вынимается и на его место вкладывается шлиф; *д* — предохранитель; *е* — выключатель

**Прозрачные шлифы.** При изучении брахиопод используют также ориентированные прозрачные шлифы, изготавливаемые по типу петрографических.

Для изучения внутренних образований и структур шлифы дают идеальный материал, так как дополняют картину, полу-

<sup>1</sup> Тип 50П-1 выпускается киноэлектромеханическим заводом Московского городского совнархоза.

чаемую на пленках, тем, что имеют третье измерение, могут рассматриваться в поляризованном свете, а также фотографироваться в невидимых лучах (ультрафиолетовом и инфракрасном).

При изучении внутренних образований у брахиопод путем сериальных разрезов применение шлифов имеет тот недостаток, что они не могут быть проведены через такие же мельчайшие расстояния, как пленки. Даже сконструированный в последнее время ультразвуковой аппарат, где разрезы могут быть проведены через любые промежутки, не может конкурировать в этом отношении с пленками, так как сама структура раковины брахиопод не позволяет вырезать из нее особенно тонкие пластины. К тому же ультразвуковые резательные аппараты еще не нашли широкого распространения.

Минимальная потеря на разрезы при изготовлении шлифов достигает все же 0,5—1 мм, да плюс еще толщина пластины для шлифа, которая не может быть менее 1 мм; в общем получаются разрезы через 1,5—2 мм, что для познания внутренних образований, особенно у мелких раковин, является слишком большой величиной. Поэтому группа палеонтологов (Ходалевиц, Брейвель и др., 1959) предложили делать один шлиф на раковину, вырезая для этого пластину на некотором расстоянии от макушки. Таким образом, указанными авторами были переизучены некоторые оригиналы к опубликованным работам (голотипы), хранящиеся в музеях. Этот способ нам кажется важным именно в качестве контрольного, так как при нем «порча» раковины минимальна, хотя для мелких раковин она все же относительно очень велика. Наиболее рациональным и исчерпывающим способом для изучения внутренних структур брахиопод служит комбинация серии пленок и единичных шлифов. При этом, в зависимости от характера структур, можно начинать с серии пленок и заканчивать шлифом или, наоборот, проводить шлиф, а дальнейшее изменение структур проследить по серии пленок.

Для контрольных экземпляров, а особенно при переизучении оригиналов, можно довольствоваться одним разрезом и пленкой с него.

Для изготовления прозрачного шлифа обычно сначала вырезают тонкую пластинку. Но пластинки из раковины брахиопод легко раскалываются по внутренним структурам (септам, пластинам и др.), даже если они хорошей сохранности и выполнены плотной породой. Поэтому рекомендуется предварительно слегка нагреть раковину (особенно если она маленькая) и пропитать ее нагретым канадским бальзамом для укрепления; затем пришлифовать раковину в намеченном направлении и поверхность пришлифовки наклеить бальзамом на предметное стекло, после чего укрепить раковину в зажиме

и отпилить от нее вторую поверхность пластинки. При изготовлении шлифов из мелких раковин рекомендуется разрезы делать вручную лобзиком с пилкой для резки металла, добавляя в распил тонкий шлифовальный порошок, смоченный водой.

Чтобы детали строения раковины были видны отчетливее, шлиф не должен быть слишком тонким, для этого все время при шлифовании шлиф надо контролировать под лупой на четкость.

Шлифы, как и пленки, изучаются в проходящем свете с увеличением при помощи лупы, бинокля или микроскопа. Но в отличие от пленок, их можно изучать также и в поляризованном свете. Зарисовывают и фотографируют прозрачные шлифы такими же способами, как и пленки. Хранят шлифы с соответствующей инвентаризацией и этикетажом в специальных коробках, лучше в лежачем виде; при вертикальном положении бальзам может в жаркое время года потечь и испортить шлиф.

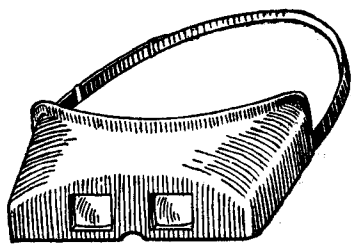


Рис. 28. Лупа налобная

**Оптическое исследование.** Различные оптические приборы широко применяют при палеонтологическом исследовании. Так, ручные лупы с небольшими увеличениями ( $\times 4$ — $\times 10$ ) — неотъемлемая принадлежность палеонтолога в полевой и в камеральной работе. При препаровке применяются налобные лупы (рис. 28), дающие небольшое увеличение, при работе с которыми руки бывают свободны. При особенно тонкой препаровке пользуются также биноклярными лупами (биноклярами), среди которых имеются модели с горизонтальным или вертикальным штативами. Первый удобен для больших образцов, плиток с фауной, второй — для более мелких.

При изучении с большим увеличением (под бинокляром или микроскопом) следует менять освещение, подыскивая такое, при котором рельефнее видны все особенности. Косое освещение позволяет различать такие детали, которые при обычном освещении налагаются друг на друга. Источником косого освещения могут быть осветители различных систем. Для получения направленного пучка света применяют сферические и параболические зеркала. Параболическое зеркало, дающее косой пучок лучей, различно наклоненных к оптической оси микроскопа, дает необыкновенно рельефное изображение предмета (см. Цукерман, 1950).

В проходящем свете изучают пленки и прозрачные шлифы. Кроме того, в некоторых случаях возможно изучать в проходящем свете целые раковины (если они более или менее прозрач-

ны). Для лучшего выявления внутренних структур может применяться иммерсионная среда. Последняя должна быть прозрачной, не растворять раковину и иметь показатель преломления ( $n$ ) такой же, как раковина. Чтобы сильнее подчеркнуть внутренние образования, следует подобрать фон — некоторые образования заметнее на черном, другие — на белом (Цукерман, 1950). В качестве иммерсионных сред употребляют различные масла: парафиновое ( $n=1,47$ ), вазелиновое ( $n=1,45$ ), касторовое ( $n=1,48$ ), а также глицерин ( $n=1,48$ ), канадский бальзам ( $n=1,54$ ) и пр.

Большие возможности открываются при использовании фотографирования. Фотография, особенно микрофотография (т. е. с увеличением) — один из эффективных методов исследования, который нередко фиксирует и выявляет детали, ускользающие при непосредственном наблюдении объекта. Разрешающая способность микроскопа увеличивается при съемке в невидимых лучах (инфракрасных и ультрафиолетовых) и в косом свете. Однако фотографирование, как метод исследования, почти не применяется в палеонтологии<sup>1</sup>, поэтому мы здесь на нем не останавливаемся, отсылая интересующихся к специальным работам (см. Цукерман, 1950). Но все же мы считаем нужным привести здесь одно высказывание. «Возможности микрофотографического анализа столь богаты, что нам хотелось бы высказать пожелание, чтобы каждый научный работник, пользующийся микроскопом, владел также методами микросъемки и чтобы микрофотоаппарат стоял у него на столе рядом с микроскопом» (Цукерман, 1950, стр. 7). Приводя это пожелание, мы хотели бы отметить, что овладение методикой микрофотографии доступно всякому, а не только специалисту-фотографу.

Сейчас в этом отношении у нас сделаны только первые шаги. Так, некоторые авторы применяют фотографирование палеонтологических шлифов в ультрафиолетовых лучах (Ходякович, Брейвель и др., 1959). В качестве источника света они используют настольную установку ЛКН-2 с горелкой ПРК, а при фотографировании при помощи обычного узкоплечного увеличителя У-2 этими авторами применяется фиолетовый светофильтр, который помещается под объективом увеличителя.

**Рентгеноскопия.** К методам оптического изучения ископаемых следует присоединить также исследование лучами рентгена, основанное на разной проницаемости для этих лучей раковины и выполняющей ее породы. На основании опытов, описанных в литературе, можно прийти к выводу, что этот метод

---

<sup>1</sup> Фотографии используются обычно в палеонтологии для иллюстрации при публикациях описания форм, для чего фотографируют раковины в разных положениях. Полевые фотографии иллюстрируют характер залегания и соотношения раковин в породе.

особенно перспективен для выявления сложного строения брахиального аппарата, причем для большей наглядности применяют стереоскопические снимки. Принимая во внимание, что другие методы познания строения брахиальных поддержек у брахиопод (сериальные шлифовки и затем реконструкция, препаровка) очень трудоемки, рентгеноскопия могла бы очень ускорить и облегчить эту особенно трудную сторону изучения внутреннего строения раковины. К сожалению, этот метод не вышел еще из стадии опытов, техника его не разработана и он не применялся последовательно при изучении брахиопод.

При рентгеноскопии брахиального аппарата выявлению более четкой картины помогают предварительные параллельные шлифовки со стороны спинной и брюшной створок.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОПИСАНИЕ БРАХИОПОД

**Этапы определения.** После того как коллекция брахиопод разобрана по крупным систематическим группам (спирифериды, продуктиды, ринхонеллиды и т. д.) и несколько отпрепарована, приступают к более точному определению систематического состава этих групп (семейств, родов, видов). Для начала выбирают обычно самую распространенную группу, содержащую, как правило, и наибольшее число раковин хорошей сохранности. В ней опять производят группировку материала на глаз по выделяющимся внешним особенностям. Например, если мы приступили к определению продуктид, то выделяем среди них формы с радиальной ребристостью; без ребристости, но с многочисленными иглами; с концентрическими полосами, крупные, мелкие и т. д. При этом надо точно установить формы сохранности каждого ископаемого (см. выше; стр. 30). Этот этап работы очень важен, особенно для начинающего палеонтолога. Без внимательного определения формы сохранности данного экземпляра можно при дальнейшем определении прийти к неправильному заключению. После такой предварительной подготовки, которая при группировке материала заставляет исследователя внимательно присматриваться к каждому экземпляру и запоминать его особенности, можно приступить к работе с литературой.

**Литература.** Определение родов и видов заключается в сличении морфологических особенностей имеющихся в коллекции форм с таковыми у известных родов и видов, описанных в литературе. Оно начинается с просмотра изображений в справочниках и монографиях и сличения с ними внешнего вида изучаемых форм. При этом выделяется ряд сходных родов или видов. Судить о сходстве более точно позволяют описания внешнего и внутреннего строения, приводимые в тексте. Поэтому, чем полнее собрана литература, т. е. чем с большим числом родов и видов могут быть сравнены имеющиеся формы, тем точнее они будут определены.

Легче всего определить до вида собранные брахиоподы, если имеется монографическое описание фауны, происходящей из данного или близкого района и из отложений того же возраста. Однако это случается довольно редко, и для определения приходится пользоваться палеонтологической литературой не только отечественной, но и зарубежной.

Если не считать учебников, в которых содержатся самые общие сведения о строении брахиопод и по которым в лучшем случае можно определить отряд, к которому относится изучаемая форма, существуют разные виды палеонтологической литературы.

1. Справочники, включающие данные по родам брахиопод и более высоким систематическим категориям. На русском языке это прежде всего «Основы палеонтологии», том «Мшанки и брахиоподы» 1960 г. В нем можно найти краткие диагнозы систематических категорий всех рангов, начиная от рода и выше, и изображения типичных видов каждого рода. Этот справочник может быть полезен также своей общей частью, где подробно описывается строение брахиопод, а также обширным списком литературы по брахиоподам. В этом списке можно найти названия всех основных монографий на русском и иностранных языках, вышедших из печати до 1960 г.

2. Атласы руководящих форм, в которых описаны и изображены наиболее распространенные виды. Такие атласы издавались с 1939 по 1947 г. Всесоюзным научно-исследовательским геологическим институтом (ВСЕГЕИ). Они включают все группы фауны и флоры (в том числе и брахиопод) и описаны по геологическим системам для всего Союза. Имеются атласы региональные (например, для палеозоя Западной Сибири, 1955; для мезозоя центральных областей Европейской части СССР, 1955 и др.). По краткости описания видов к этому типу региональных палеонтологических изданий примыкает «Определитель палеозойских брахиопод Подмосковной котловины» (Сарычева, Сокольская, 1952), который отличается, однако, тем, что в нем представлены все известные на этой территории виды брахиопод. Этим «Определитель» сходен с другим типом палеонтологической литературы — с региональными монографиями.

3. Палеонтологические монографии обычно бывают посвящены подробному описанию одной или всех групп брахиопод из более или менее обширной области. Стратиграфический диапазон охвата материала разнообразен — от одного горизонта до целой геологической системы и даже более. В монографиях дают не только подробные описания и изображения видов, но и их сравнения с родственными формами.

Среди палеонтологических монографий преобладают иностранные издания, поэтому тот, кто хочет серьезно заняться



палеонтологией (брахиопод), должен обязательно освоить чтение литературы хотя бы только на английском языке, но желательно также и на немецком и французском.

Палеонтологическая литература имеется в библиотеках Академии наук СССР в Ленинграде и АН союзных республик в их столицах, в библиотеках Геологического и Биологического отделений Академии наук СССР в Москве, Центральной геологической библиотеке в Ленинграде, в библиотеках научно-исследовательских институтов и районных геологических управлений Главгеологии и охраны недр РСФСР, геологических факультетов университетов, геологоразведочных вузов, геологических отделений научных обществ в разных крупных городах, Всесоюзного палеонтологического общества в Ленинграде, а также в Центральных государственных библиотеках им. Ленина в Москве и им. Салтыкова-Щедрина в Ленинграде. Крупные библиотеки могут изготавливать фотокопии или микрофильмы имеющихся у них изданий.

Каждая, даже самая небольшая, палеонтологическая ячейка должна иметь литературу для определения фауны, без этого ее работа невозможна.

Обычно при определении брахиопод приходится пользоваться всеми названными видами литературы. Если по справочнику «Основы палеонтологии» можно определить род, то видовое название узнают по атласам или, чаще всего, по монографиям. При работе с палеонтологической литературой у начинающих исследователей вначале возникают трудности в связи с тем, что один и тот же вид у разных авторов отнесен к разным родам или под родам. Например, *Productus scabriculus* Mart. старых авторов в дальнейшем часто назывался *Productus (Vuxtonia) scabriculus* Mart., что означает, что он относится к подроду *Vuxtonia*, а в более современных работах он же именуется *Vuxtonia scabricula* (Mart.). Обычно, чем более устарела работа, тем больше отличий в наименовании родов от современной систематики брахиопод.

Для того, чтобы читателю было ясно, какой смысл вкладывает автор монографии в данное видовое или родовое название, принято приводить синонимы описываемой формы по другим работам. В монографиях, где дается ревизия той или иной формы, синонимика бывает обычно очень обширной. Знакомство с ней позволяет не только уяснить объем данной систематической категории и ряд изменений ее названия, но и узнать, в каких работах она еще описана, чтобы взяв их, еще раз проверить правильность сделанного определения.

**Дополнительная препаровка.** Для окончательного определения обычно приходится производить дополнительную, более тщательную препаровку изучаемых раковин, чтобы выявить те детали их строения, которые упоминаются в описании и служат



диагностическими признаками для данной систематической категории. Например, бывает важно узнать высоту и форму арей, характер дельтидия, наличие или отсутствие пористости, число и тип расположения игл и т. д. Именно на этом этапе изучения приходится выяснить особенности внутреннего строения, для чего необходимо предпринимать специальную подготовку или изготавливать шлифовки, серии разрезов, пленок и т. д. (см. выше).

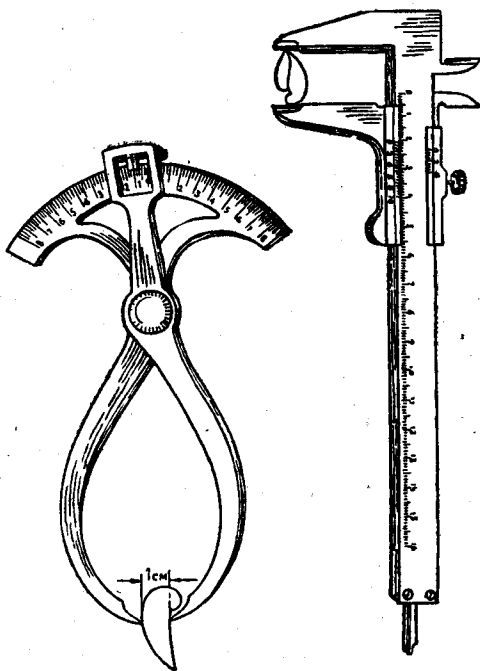


Рис. 29. Штангенциркули разной формы

**Измерения.** Немаловажную роль при определении играют измерения раковин, которые обычно даются в миллиметрах, а также цифровая характеристика элементов скульптуры. Для измерения лучше всего пользоваться штангенциркулем (рис. 29) с нониусом до 0,1 мм. При измерениях особенно тщательно надо установить степень сохранности краев раковины, так как длинные ушки и тонкие лобные края створок часто бывают обломаны. Без учета этого измерения могут быть неправильными, что не может не отразиться на правильности определения. Если у раковины хорошо сохранилась только одна половина, то на ней можно сделать все измерения и, увеличив размеры вдвое, производить нужные сравнения. Обычно измеряют

ся длина (по прямой и по изгибу створок), ширина, толщина, выпуклость или вогнутость створок, протяженность замочного края (см. рис. 1). Вычисляются также отношения этих величин. Макушечный угол измеряется при помощи транспортира, к которому для удобства отсчета можно приделать обыкновенную швейную иглу,двигающуюся в виде радиуса от центра по окружности (рис. 30).

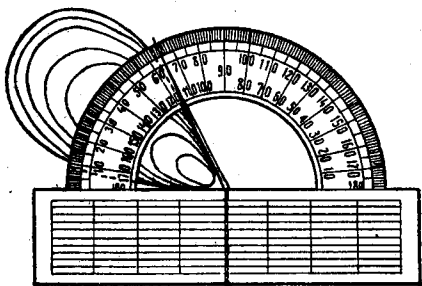


Рис. 30. Транспортир с приспособлением для измерения макушечного угла

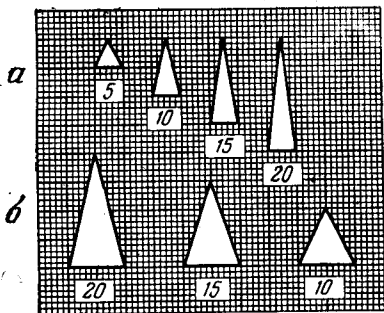


Рис. 31. Способ подсчета числа ребер:

*a* — на 5 мм, *б* — на 10 мм. Цифры указывают расстояние от макушки в миллиметрах

Подсчет числа ребер на единицу поверхности в разных местах раковины, особенно если ребристость тонкая (например у продуктид), удобно производить при помощи куска миллиметровой бумаги, в нем вырезают треугольники с основаниями, равными числу миллиметров, на протяжении которых подсчитываются ребрышки (обычно 5 или 10), а высота соответствует расстоянию от макушки (рис. 31). Напомним, что все измеренные экземпляры должны иметь свой инвентарный номер, который и записывается на таблице измерений, прилагаемой к характеристике вида. Листочек с записью измерений, сделанными до установления видового названия, желательно помещать в коробку вместе с измеренным объектом, что позволяет легко пользоваться этими цифровыми данными при определении видов.

Не всегда удается увидеть отчетливо все необходимые диагностические признаки — иногда это нельзя сделать из-за неполной сохранности имеющегося материала. Но никогда нельзя оставить без рассмотрения признаки, которые тем или иным способом могут быть выявлены. Особенно часто начинающие палеонтологи пренебрегают выявлением признаков внутреннего строения, что при весьма широком распространении среди

брахиопод явления гомеоморфии (см. выше), приводит к неправильному определению не только вида, но и рода. А это ведет в свою очередь к грубым ошибкам в стратиграфических схемах и т. д.

Если удалось убедиться в видовой принадлежности данной формы путем сравнения с изображением и описанием этого вида в какой-либо книге, то желательно проверить правильность этого определения и по другим монографиям, где также имеются описания данного вида. При этом желательно сравнить его с той работой, где этот вид установлен впервые, т. е. сравнить с описанием, данным самим автором, установившим этот вид.

Может случиться так, что определяемая форма похожа не на один, а на два-три близких вида. В этих случаях скорее всего она принадлежит к тому виду, с которым сходны более существенные для данной группы признаки, во-вторых, к тому, который описан из наиболее близкого к изучаемому району и из близких по возрасту отложений.

При определении необходимо учитывать, что в литературе обычно описываются взрослые и наиболее типичные для вида формы, а пределы внутривидовой изменчивости, так же, как и возрастные изменения, отмечаются не всегда. Однако они реально существуют, и об этом надо помнить, изучая свой материал. Иногда может ввести в заблуждение некоторое внешнее сходство, вызванное одинаковой формой сохранности и одинаковым размером. В этом случае легко убедиться в ошибке при внимательном чтении текста описания и повторного выяснения формы сохранности определяемого материала. Предусмотреть здесь все возможные затруднения при определении — невозможно. Определение брахиопод дело не простое, требующее хорошего знания разнообразия строения раковин этих животных; умения и возможности найти нужную литературу и навыка работы с ней; большой наблюдательности, тщательности и терпения в препаровке для выявления всех диагностических признаков. Мы не говорим уже о необходимости достаточной технической вооруженности исследователя.

Во всех случаях, чем полнее собран материал, тем легче найти среди него экземпляры с отчетливо сохранившимися диагностическими признаками, тем увереннее можно сделать определение и тем точнее оно будет. Плохо сохранившийся, скудный по количеству материал может оказаться неопределимым даже для опытного палеонтолога или может быть определен неправильно, что повлечет неправильные дальнейшие выводы. Именно поэтому в настоящем наставлении обращено большое внимание на сбор материала и его первичную документацию.

**Сравнение с оригиналами.** Определение фауны значительно облегчается и точность определения увеличивается, если определительская работа не ограничивается одними литературными

сравнениями. Она может быть проверена путем сравнения имеющихся объектов с коллекциями, описанными ранее из близких районов и изучавшихся крупными специалистами, авторами тех монографий, по которым велось определение. Коллекции, описанные в монографиях, как правило, хранятся в тех учреждениях, где выполнена эта работа или в специальных палеонтологических отделах геологических музеев. Сравнение с этими оригиналами описанных видов всегда много яснее показывает сходство или отличие с ними определяемых форм, чем сравнение по изображениям и описаниям.

Большинство коллекций оригиналов хранятся: в Ленинграде — в Центральном геологическом музее им. Ф. Н. Чернышева, в Геологическом музее Академии наук СССР им. А. П. Карпинского, в музее Горного института, в Ленинградском университете, во Всесоюзном нефтяном научно-исследовательском геологоразведочном институте (ВНИГРИ). В Москве: в Палеонтологическом институте АН СССР, Музее Земной коры Московского университета, Геологическом музее им. А. П. и М. В. Павловых при Московском Геологоразведочном институте, во Всесоюзном научно-исследовательском геологоразведочном нефтяном институте (ВНИГНИ). В других крупных городах — при геологических институтах академий наук союзных республик, геологических факультетах университетов и геологоразведочных вузов. Обычно в этих же учреждениях можно найти опытных специалистов, которые могут дать полезную консультацию и помочь разрешению встреченных при определении трудностей.

**Приближенные определения.** Однако по тем или иным причинам иногда не удастся определить ископаемое точно, до вида. Тогда приходится ограничиваться определением только рода. В этом случае к названию рода добавляется «sp.», что означает сокращенное слово «species» (лат. «вид»). В других случаях определение вида бывает сомнительным из-за того, что неполная сохранность объекта не позволяет наблюдать какие-нибудь существенные для систематики признаки, тогда как все другие признаки, доступные для наблюдения, не противоречат такому определению. В таких случаях между видовым и родовым названиями ставится «cf», что значит «conformis» (лат. «сходный»).

Наконец, может случиться, что определяемая форма имеет достаточно хорошую сохранность, все признаки наблюдаются отчетливо, но некоторые из них немного отличаются от типичных для данного вида. Однако эти отличия не так велики, чтобы отнести эту форму к другому виду. В то же время нет достаточного материала для того, чтобы судить о размахе внутривидовой изменчивости или о характере возрастных изменений, которыми было бы возможно объяснить эти отклонения. В этих

случаях между видовыми и родовыми названиями ставится «aff», что значит «affinis» (лат. «приближающийся») <sup>1</sup>.

**Картотека местонахождений.** После определения название данного вида заносится на карточку местонахождений. В этой карточке указывается адрес и номер обнажения, номер слоя и его литологическая характеристика. По ходу определений карточка пополняется названиями определенной фауны, причем для каждого вида указывается число экземпляров, их сохранность. Например:

*Choristites mosquensis* Fisch.—10 экз., из них 2 целых раковины, 6 брюшных створок, 2 спинных, все удовлетворительной сохранности; у 2 брюшных — внутреннее строение.

*Linoproductus cora* (Orb.) — 1 отпечаток брюшной створки. После окончания определения определения коллекции заполненные карточки помогают сопоставлять слои, делать выводы о геологическом возрасте выявленных комплексов, об их фациальной приуроченности и т. д. Понятно, что чем полнее собрана фауна, тем более исчерпывающими и убедительными будут все эти выводы.

Часто работа палеонтолога кончается на определении коллекции и на установлении геологического возраста вмещающих фауну слоев. Однако при этой работе выявляются нередко новые виды и роды, до сих пор не известные, но представляющие интерес как для систематики брахиопод, так и для стратиграфии. Поэтому желательно их описание и опубликование, если не предполагается монографического описания всей изученной коллекции.

**Описание.** Перед настоящим наставлением не стоит задача дать инструкцию для описания брахиопод. Здесь только отметим, что выделение и описание новых систематических единиц требует не только обстоятельного изучения достаточно обильного материала удовлетворительной сохранности, но и хорошего знакомства со всей обширной литературой по данной группе.

При описании необходимо придерживаться правил зоологической номенклатуры (см. Международный кодекс), которые требуют обязательного указания голотипа при выделении нового вида и типового вида — при установлении нового рода. Голотип должен быть типичным экземпляром, несущим все признаки, характеризующие данный вид; обязательно приводится номер этого экземпляра, его местонахождение, геологический возраст, таблица и фигура, где он изображен, а также место хранения, чтобы каждый последующий исследователь мог его найти в указанном учреждении и сравнить с ним свой

<sup>1</sup> Приближенные определения (с «cf» и «aff») носят название «открытой номенклатуры». Применение ее в палеонтологических трудах не рекомендуется.

материал. Голотипы являются особо ценной частью коллекции и по международным правилам подлежат тщательному хранению. Если учреждение, где имеются голотипы, не может обеспечить их должное хранение, оно обязано передать их для хранения в один из музеев, где это может быть сделано и где они будут доступны для свободного обозрения.

В описании вида не следует характеризовать отдельные экземпляры или голотип вида, а надо давать обобщенное представление о тех характерных особенностях, которые позволяют объединить данную группу близкородственных организмов в эту низшую систематическую категорию.

Само описание должно быть сжатым, но исчерпывающе полным. Для того, чтобы не пропустить какой-либо признак, желательно составить схему описания и руководствоваться ею при работе. Можно рекомендовать такой примерный порядок:

1. Название вида (если дается новое название, то его следует объяснить в подстрочном примечании).

2. Ссылка на изображение (таблица, фигура, рисунок в тексте).

3. Синонимика (для старых видов), т.е. список описанных и изображенных разными авторами видов, которые исследователь считает идентичными рассматриваемому. В синонимике, кроме названия вида, приводится фамилия автора описания, страницы и таблицы, где этот вид описан и изображен.

4. Голотип.

5. Внешние признаки. Общее очертание раковины. Форма брюшной и спинной створок, характер и интенсивность их выпуклости или вогнутости; макушка, ее угол; синус, седло; ушки. Характер замочного края (арея и т. д.); отверстие для ножки (форамен, дельтирий) и связанные с ним образования (дельтидий, дельтириальные пластинки и т. д.).

6. Скульптура. Концентрические и радиальные ребра и складки, их число и характер; бугорки, иглы. Закономерность расположения на створках элементов макроскульптуры. Микроскульптура; струйки, иголочки, поры и др.

7. Внутреннее строение. Скелетные образования в брюшной и спинной створках (зубные пластины, септы, замочные пластины, замочный отросток и др.); различные отпечатки (мускульные, брахиальные, васкулярные и др.) описываются на основании изучения отпрепарованных раковин, а также разрезов с указанием точного положения разреза на раковине (в мм от кончика макушки или от замочного края).

8. Измерения с обязательным указанием номеров измеренных экземпляров.

9. Возрастные изменения и изменчивость (форма раковины, скульптура и др.), если материал позволяет сделать эти наблюдения.

10. Сравнения с близкими видами, сходство и отличия от них.

11. Стратиграфическая и фациальная приуроченность вида и его географическое распространение.

12. Местонахождения. Количество и сохранность имеющегося материала.

Все описания должны сопровождаться обязательно фотографиями голотипов, а желательно и несколько других экземпляров, показывающими размах внутривидовой изменчивости. Внутреннее строение, изученное по разрезам, можно давать также в виде зарисовок.

Техника фотографирования палеонтологических объектов имеет много специфических особенностей и должна быть предметом особого наставления.

## ЛИТЕРАТУРА<sup>1</sup>

- Геккер Р. Ф. 1957. Введение в палеоэкологию. М., Госгеолтехиздат.
- Горянский В. Ю. 1957. Об одном эффективном способе извлечения ископаемых остатков из породы.— Вестн. Ленингр. ун-та, № 24.
- Добролюбова Т. А., Кабакович Н. В. и Чудинова И. И. 1963. Наставление по сбору и изучению палеозойских кораллов. Изд-во АН СССР (в печати).
- Залесский Ю. М. и Терентьев А. П. 1947. Применение новых веществ в технике обработки и консервации геологических и палеонтологических объектов.— Сов. геология, № 27.
- Крымголец Г. Я. 1954. Методика сбора и обработки палеонтолого-стратиграфического материала. Изд-во Ленингр. ун-та.
- Марковский Б. П. 1954. Остатки беспозвоночных. В кн.: «Методическое руководство по геологической съемке и поискам». М., Госгеолтехиздат.
- Международный кодекс зоологической номенклатуры, принятый XV Международным Зоологическим конгрессом, Лондон, июль 1958 г. Перевод Д. В. Обручева. Изд-во АН СССР, 1963.
- Милорадович Б. В. 1940. Изучение микростроения палеонтологических объектов методом целлулоидных отпечатков.— Изв. АН СССР, серия геол., вып. 4.
- Никифорова О. И. 1936. Некоторые методы обработки палеонтологического материала.— Разведка недр, № 15—16.
- Обручев С. В. 1950. Применение лучей Рентгена к изучению окаменелостей.— Природа, № 10.
- Основы палеонтологии. 1960. Мшанки и брахиоподы. Справочник для палеонтологов и геологов СССР. Изд-во АН СССР.
- Палеонтология беспозвоночных. 1962. Коллектив авторов. Изд-во Моск. ун-та. Тип Врaхсіорoдa. Брахиоподы (Т. Г. Сарычева).
- Порфирьев Г. С., Степанов Д. Л. и Фурсенко А. В. 1954. Палеонтология. Общие сведения. Спутник полевого геолога-нефтяника. Изд. 2, т. 1. Гостоптехиздат.
- Прохоров М. Г. 1931. Инструкция для раскопок, препарировки и монтировки ископаемых позвоночных. Изд. 2. Изд-во АН СССР.
- Сарычева Т. Г., Сокольская А. Н. 1952. Определение палеозойских брахиопод Подмосковной котловины. Изд-во АН СССР.
- Ходалевиц А. Н., Брейвель И. А. и др. 1959. Брахиоподы и кораллы из эйфельских бокситоносных отложений Восточного склона Среднего и Северного Урала. М., Гостехиздат.
- Цукерман Л. И. 1950. Практическое руководство по микрофотографии. М., Гостехиздат.
- Boni X. 1939. Radiografie di fossili particolarmente di Brachiopodi.— Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. XVII, fasc. 3.

<sup>1</sup> Прилагаемый список литературы поможет расширить и углубить изложенные сведения о методах изучения и технической обработки брахиопод.



- Croft W. N. 1953. A simplified parallel grinding instrument.— *Ann. a. Magaz. Natur. History*, 12 ser., vol. 6, N 72.
- Dunbar O. 1954. A new technique for making sections of invertebrate fossils.— *J. Paleontol.*, vol. 28, no. 1.
- Jefferies R. P. S., Adams J. B., Miller R. C. 1962. Automatic serial sectioning machine for fossils.— *Nature*, vol. 193, N 4821.
- Mc Nair A. H. 1938. The preparation of oriented thin sections and a method of cleaning small fossils.— *J. Paleont.*, vol. 12, N 4.
- Owen Ellis F. 1956. The use of sugar solution in the differentiation of the internal structures of Upper Chalk Brachiopods.— *Proc. Geol. Assoc.*, vol. 66, pt. 4.
- Rasetti F. 1947. Notes on techniques in invertebrate paleontology.— *J. Paleontol.*, vol. 21, N 4.
- Roger J. 1947. Résultats fournis par l'application des rayons X à la Paléontologie.— *Bull. de la Soc. Géolog. de France*, 5 sér., t. XVII, fasc. 7, 8—9.
- Siehl A. 1962. Eine verbesserte Methode zur Herstellung von Serie enanschliffen.— *Paläontol. Zeitschr.*, Bd. 36, Nr. 3/4.
- Stevens C. H., Jones D. H. and Todd R. G. 1960. Ultrasonic vibrations as a cleaning agent for fossils.— *J. Paleontol.*, vol. 34, N 4.
- Sternberg R. M. and Belding H. F. 1942. Dry-peel technique.— *J. Paleontol.*, vol. 16, N 1.
- Whittard W. F. 1941. Impressions of Brachiopod casts.— *Geolog. Magaz.*, vol. LXXVIII of whole ser., N 4

## ОБЪЯСНЕНИЕ ТАБЛИЦ

### Таблица I

#### 1—2, 3—4. Гомеоморфия

Фиг. 1—2. Гомеоморфия раковин спириферид: 1 — *Spinocyrtia martianofi* (Stuck.). Средний девон, Кузнецкий бассейн. 2 — *Licharewia stuckenbergi* (Netsch.). Верхняя пермь, Русская платформа.

Фиг. 3—4. Гомеоморфия раковин: 3 — пентамерида *Antirhynchonella linguifera* (Sow.). Верхний силур, Подолия. 4 — атирида *Spirigerella protea* (Abich). Верхняя пермь, Закавказье.

#### 5—8. Искаженная форма раковина

Фиг. 5. *Rotaia kusbassi* (Rot.). Внутреннее ядро, деформированное в результате тектонического смятия вмещающего слоя. а — вид со стороны замочного края; б — со стороны лобного края. Нижний карбон, Кузнецкий бассейн.

Фиг. 6. *Brachythyrina strangwaysi* (Vern.). Раковина с прижизненным повреждением вследствие тесноты поселения. а — брюшная створка; б — вид со стороны замочного края. Средний карбон, Подмосковский бассейн.

Фиг. 7. *Neospirifer tegulatus* (Trd). Раковина с сильным прижизненным повреждением края раковины. Верхний карбон, Подмосковский бассейн.

Фиг. 8. *Conchidiella pseudobaschkirica sibirica* Ržop. Раковина с глубоким прижизненным повреждением на одной стороне. Средний девон, Кузнецкий бассейн.

### Таблица II

#### Сохранность

Фиг. 1. *Choristites sowerbyi* Fisch. а — брюшная створка полной сохранности, внешний вид; б — то же, внутренний вид; в — внутреннее ядро, искусственный слепок (латекс) той же раковины; з — зубы; зп — зубные пластины; мп — мускульное поле. Средний карбон, Подмосковский бассейн.

Фиг. 2—3. *Choristites sowerbyi* Fisch. Поперечный шлиф через макушку (увеличено): 2 — раковины полной сохранности; 3 — раковины частично окремнелой; зп — зубные пластины; о — окремнение. Средний карбон, Подмосковский бассейн.

4—5. *Chonetes donetzianus* Ais. Изменение скульптуры раковины от концентрического окремнения, ×5; 4 — сильное окремнение; 5 — начальные стадии окремнения. Средний карбон, Русская платформа.

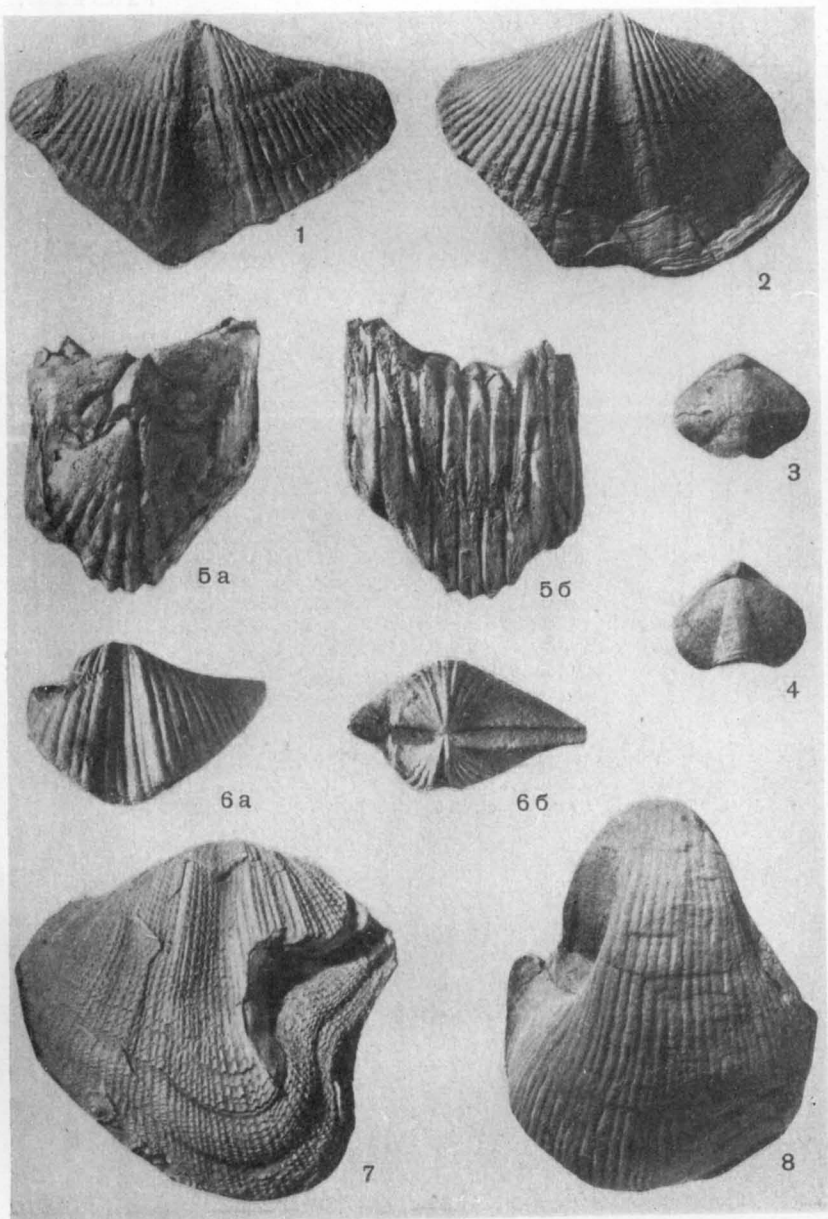
### Таблица III

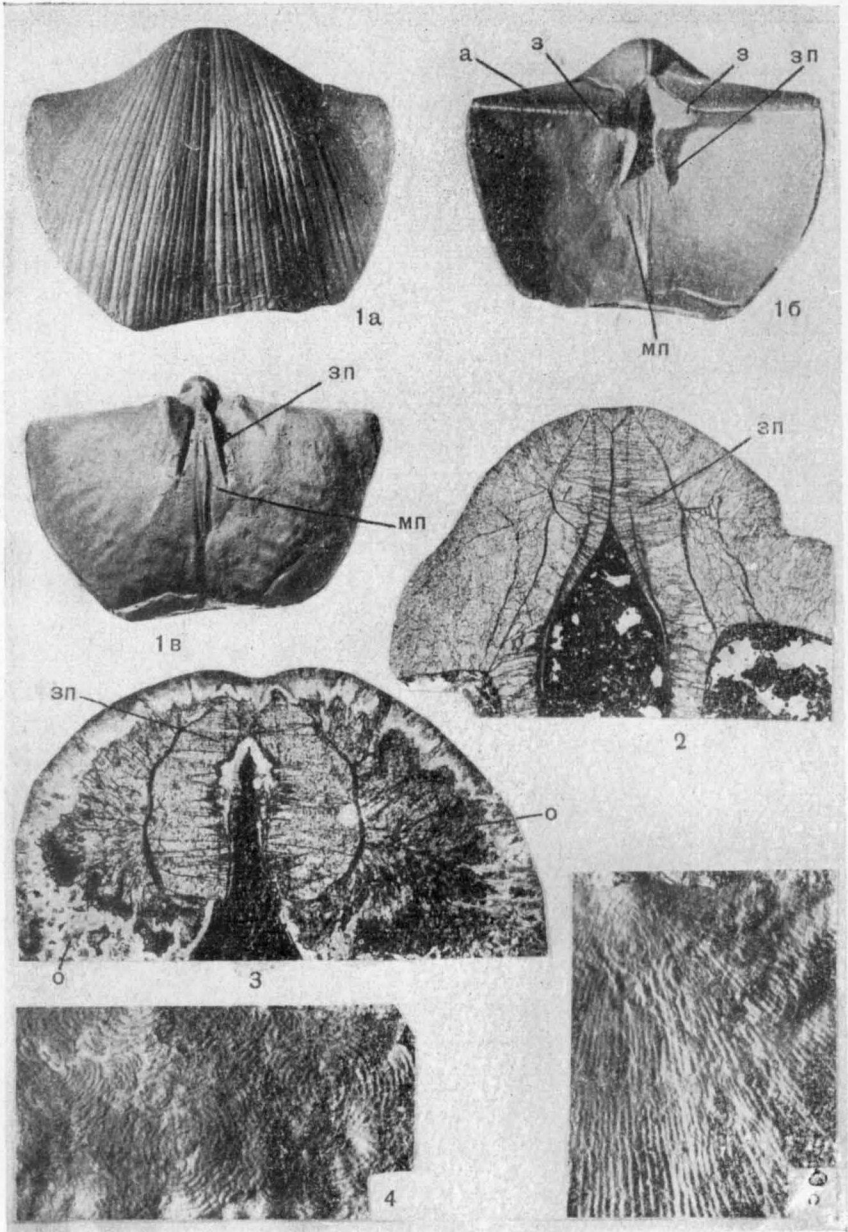
#### Захоронение и сохранность

- Фиг. 1. Группа раковин *Theodossia anossofi* (Vern.) разного возраста, захороненная на месте жизни. Верхний девон, Русская платформа.
- Фиг. 2. Накат брюшных створок *Cypidula pseudoacutolobata* Ržon. Средний девон, Кузнецкий бассейн.
- Фиг. 3. Несортированный ракушечник из раковин *Enteletes lamarckii* Fisch., *Linoproductus* sp., *Dictyoclostus* sp. Верхний карбон, Подмосковский бассейн.
- Фиг. 4. *Atrypa vulgariformis* Alekseeva. Раскол по раковинному веществу: а — брюшная створка, лишенная верхних слоев раковины; б — отпечаток с тонким слоем раковины. Средний девон, Кузнецкий бассейн.

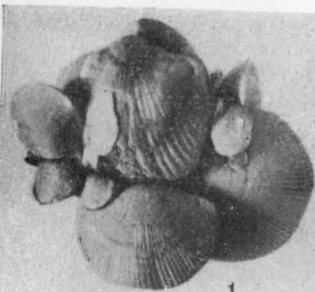
### Таблица IV

- Фиг. 1. Микроскульптура — следы прикрепления сложных двустольных игл,  $\times 15$ ; *Phricodothyris mosquensis* E. Ivan. Средний карбон, Подмосковский бассейн.
- Фиг. 2. Микроскульптура —  $\times 4$ . *Porambonites reticulatus* Pand. Нижний ордовик, Прибалтика.
- Фиг. 3. *Davidsonina carbonaria* (M'Coу). Внутреннее строение брюшной створки; а — высокая арка; з — зубы; с — следы наружной ребристости; сп — спондилей. Нижний карбон, Подмосковский бассейн.
- Фиг. 4—8. Возрастные изменения раковины *Enteletes lamarckii* Fisch., видна различная степень развития складок. Верхний карбон, Подмосковский бассейн.
- Фиг. 9. *Marginatia quadrata* (Tolm.). Раскалывание раковины для выявления внутреннего строения спинной створки. а — брюшная створка, виден раскол по краю висцерального диска; б — то же сбоку, стрелкой (у) показана точка удара зубилом вдоль плоскости висцерального диска спинной створки; в — то же, после раскола видны: вс — отпечаток внутреннего строения спинной створки вдоль замочного края; сс — спинная створка, наружная поверхность; г — то же,  $\times 3$ ; внутренняя поверхность спинной створки у замочного края; кв — кардинальный валик; зо — замочный отросток; с — раздвоенное основание срединной септы; нс — наружный отпечаток спинной створки. Нижний карбон, Кузнецкий бассейн.

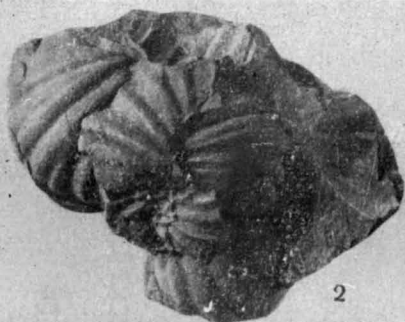




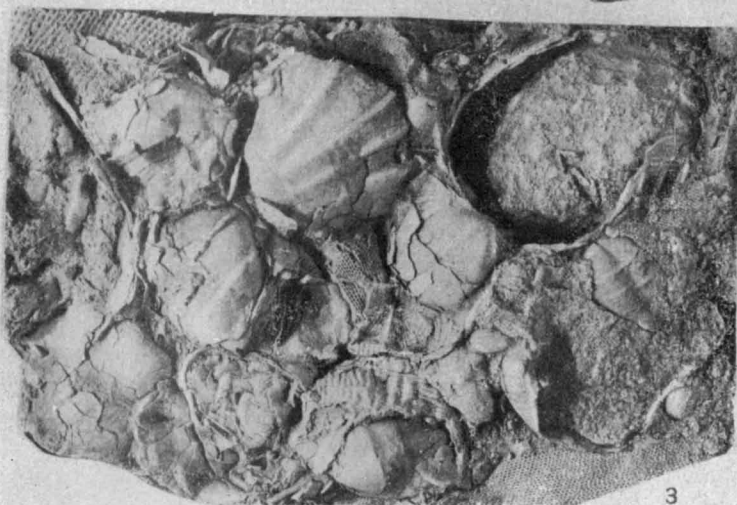




1



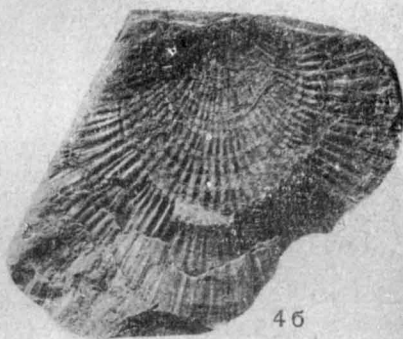
2



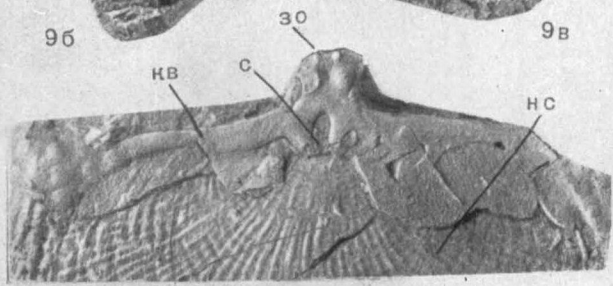
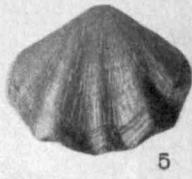
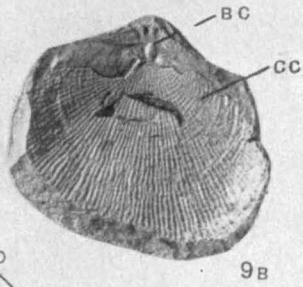
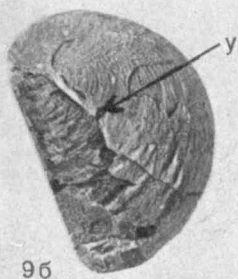
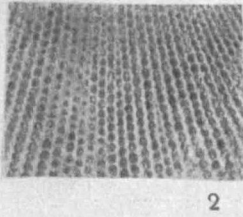
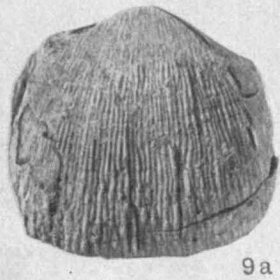
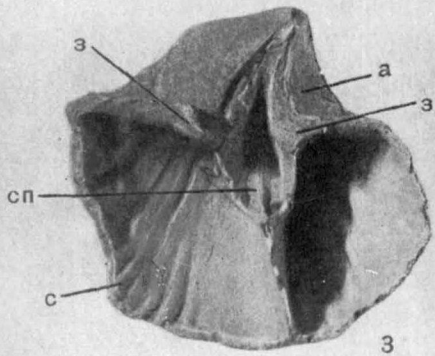
3



4a



4b



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
Морфология раковины . . . . .	5
Форма. Вещество раковины. Скульптура. Внутреннее строение. Возрастные изменения	
Основы систематики . . . . .	20
Образ жизни и условия обитания . . . . .	25
Типы захоронения и сохранности . . . . .	28
Сбор материала и полевые наблюдения . . . . .	33
Сбор фауны. Инструменты и материалы. Эtiquетирование. Упаковка	
Разбор материала и подготовка его к обработке . . . . .	39
Разбор фауны по группам; предварительная препаровка. Инвентаризация	
Техника обработки и изучение . . . . .	42
Препаровка. Механическая препаровка. Изготовление слепков. Химическая препаровка. Термическая препаровка. Разрезы. Пришлифовки; изготовление пленок. Прозрачные шлифы. Оптическое исследование. Рентгеноскопия	
Определение и описание брахиопод . . . . .	61
Этапы определения. Литература. Дополнительная препаровка. Измерения. Сравнение с оригиналами. Приближенные определения. Картотека местонахождений. Описание	
Литература . . . . .	71
Объяснение таблиц . . . . .	73
Таблицы I—IV . . . . .	74—75



*Е. А. Иванова, Т. Г. Сарычева*

**Наставление по сбору и изучению брахиопод**

*Утверждено к печати  
Палеонтологическим институтом  
Академии наук СССР*

Редактор Издательства *А. П. Калантаров*  
Технический редактор *О. М. Гуськова*

Корректор *Г. И. Длугач*

Сдано в набор 19/VII 1963 г. Подписано к печати 12/X 1963 г.  
Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. л. 4<sup>3</sup>/<sub>4</sub>+2 вкл. Уч.-изд. л. 4,6(4,3+0,3) вкл.).  
Тираж 1000 экз. Т-13042. Изд. № 2020. Тип. зак. 5795.

*Цена 34 коп.*

Издательство Академии наук СССР  
Москва, К-62, Подсосенский пер, 21  
2-я типография Издательства АН СССР  
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**Наставления по сбору и изучению ископаемых  
органических остатков**

- I\*. Ефремов И. А. Руководство для поисков остатков позвоночных в палеозойских континентальных толщах Сибири. 1951.
- II\*. Мартынова О. М. Наставление для сборов ископаемых насекомых. 1953.
- III. Корде К. Б. Наставление по сбору и изучению ископаемых водорослей. 1963.
- IV. Новожилов Н. И. Наставление по поискам и сбору ископаемых листоногих ракообразных. 1953.
- V. Журавлева И. Т. Наставление по сбору и изучению археоциат. 1954.
- VI. Геккер Р. Ф. Наставление для исследований по палеоэкологии. 1954 (1955, изд. 2).
- VII. Дмитриев Г. А., Вьюшков Б. П. Наставление для поисков остатков позвоночных в угольных шахтах. (Руководство для шахтных геологов). 1956.
- VIII\*\* Астрова Г. Г., Шишова Н. А. Наставление по сбору и изучению ископаемых мшанок. 1963.
- IX. Добролюбова Т. А., Кабакович Н. В., Чудинова И. И. Наставление по сбору и изучению палеозойских кораллов.
- X. Иванова Е. А., Сарычева Т. Г. Наставление по сбору и изучению брахиопод.

\* Опубликовано без номера.

\*\* Ошибочно опубликовано под номером VII.

**СПИСОК ОПЕЧАТОК И ИСПРАВЛЕНИЙ**

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
14	{ 14 снизу 24 сверху	фиг. 3 с дубы	фиг. 3 зубы
30	16 снизу	ск—	св—
67	10 снизу	«cf»	«cf.»
68	{ 2 сверху 3 снизу	«aff» с «cf» и «aff»	«aff.» с «cf.» и «aff.»
	71	11 снизу	1952. Определитель

Цена 34 коп.